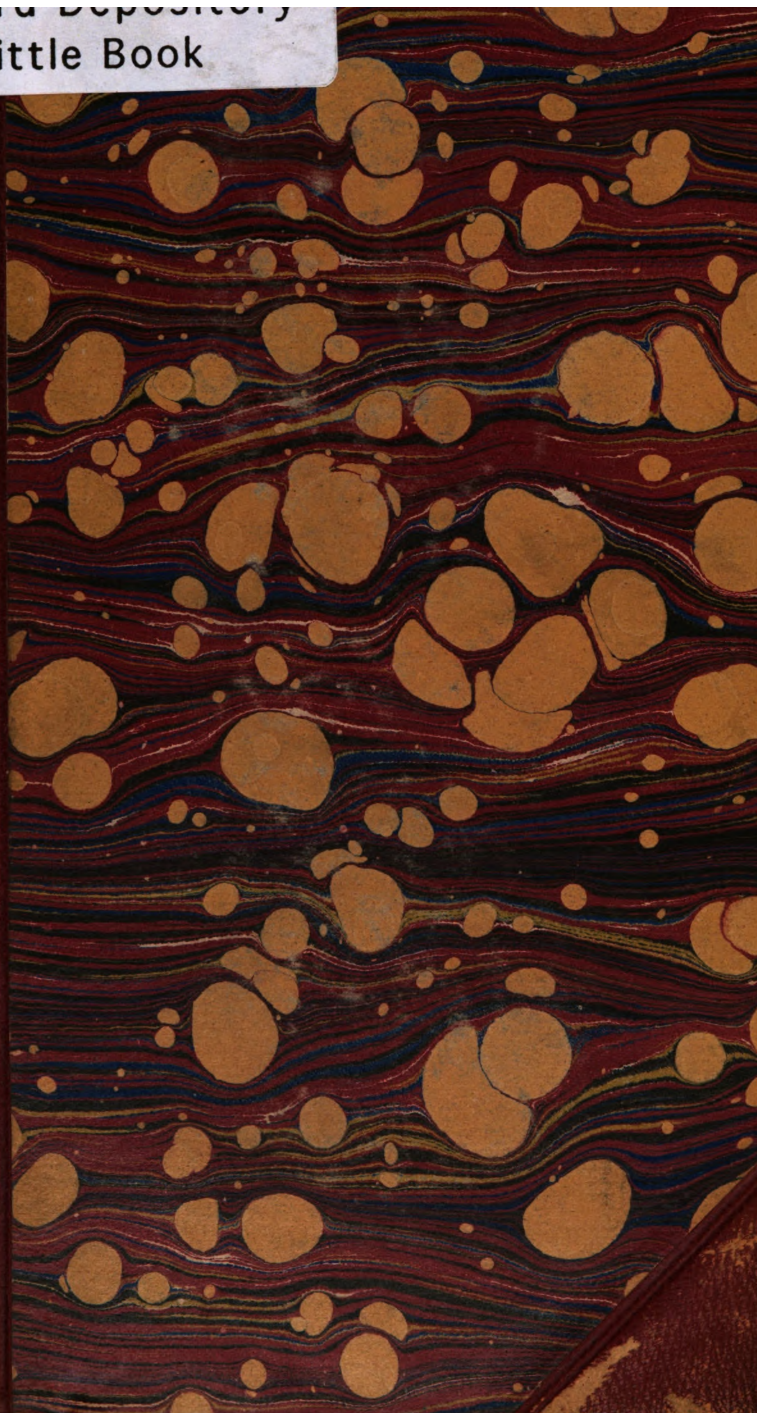

Brittle Book


SIGILLVM ACADEMIAE HARVARDIANAE IN NOV·ANG·
CHRISTO ET ECCLESIAE
VE RI TAS

IMMANUEL KANT'S

SÄMMTLICHE

WERKE.

HERAUSGEGEBEN

VON

KARL ROSENKRANZ

UND

FRIEDR. WILH. SCHUBERT.

FÜNFTER THEIL.

LEIPZIG,

LEOPOLD VOSS.

1839.

IMMANUEL KANT'S
SCHRIFTEN
ZUR
PHILOSOPHIE
DER NATUR.

HERAUSGEGEBEN

VON

FRIEDR. WILH. SCHUBERT

UND

KARL ROSENKRANZ.

LEIPZIG,

LEOPOLD VOSS.

1839.

VORREDE.

Wir haben in diesem Bande diejenigen Schriften Kant's vereinigt, welche sich auf die Metaphysik der Natur, auf die rationale Naturwissenschaft beziehen. Kant fasste die Aufgabe derselben so, dass sie den Begriff der Materie zu entwickeln hätte. Um ihn drehen sich alle diese Versuche. Nur der eine Aufsatz von dem ersten Grunde des Unterschiedes der Gegenden im Raume, 1768, hat ein anderes Thema.

Das Interesse, das man an den kleineren Schriften, welche die Vorläufer der metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft ausmachen, nehmen kann, ist jetzt allerdings fast nur ein historisches. Der Inhalt ist beschränkt, die Form zwar merkwürdig durch ihre subtile Genauigkeit, allein trocken. Doch dürfen diese Umstände nicht zur Ungerechtigkeit gegen Kant verleiten. Man muss den damaligen Zustand der Naturwissenschaft vor Augen haben, um sowohl jene Beschränktheit, als diese Trockenheit sich zu erklären. Der Reflexionsbegriff der Kraft beherrschte damals die ganze Physik, aber nicht im dynamischen Sinne, vielmehr entkräftet durch die Voraussetzung der Undurchdringlichkeit der Materie, eines Bestehens der-

selben aus unendlich kleinen, ins Unendliche hin zusammendrückbaren, jedoch nie sich total auflösenden Theilen. Der Gedanke des Atoms war es, der die Zeugungsfähigkeit der Kraft immer wieder castrirte. Bedenkt man dies, so gewährt Kant ein anziehendes Schauspiel, bevor er seinen Begriff der Dynamik erreichte. Die Monaden, die *Moleculae*, oder, wie Wolff sich ausdrückte, *Massulae*, waren ihm schon früh ein Anstoss und der Gedanke der Elasticität als des Wesens der Materie überhaupt von Anfang an ein ihm vertrauter, so zu sagen, eine *idea innata*.

Seine erste Schrift, deren Widmung er an seinem Geburtstage, den 22sten April 1747 schrieb, lässt uns seine grossartige Belesenheit in der Literatur des Gegenstandes, um den es sich handelte, billig bewundern, wenn wir bedenken, dass er selbst erst zwei und zwanzig Jahre alt war. Auch das ist merkwürdig, dass er sich selbst ein so abstractes Thema wählte, wozu die Jugend sonst nicht geneigt ist. Auch die Freimüthigkeit des Tadels gegen Leibnitz, der ritterliche Muth im Selbstbewusstseyn seines wissenschaftlichen Strebens, die sorgfältige Rücksicht und kaltblütig anständige Widerlegung, die er abweichenden Meinungen zuwendet, verkünden uns wohl den bedeutenden Charakter. Sonst aber dürfte es schwer halten, in dieser Schrift von seinem System, wie es sich später gestaltete, bereits sichere Spuren zu finden. Der Gegensatz der Kraft als einer todten, d. h. nur von Aussen bestimmten, abhängigen, und einer lebendigen, d. i. sich aus sich selbst bestimmenden, also freien gehörte der damaligen Naturwissenschaft überhaupt an. Man sieht, dass Kant

sich in Betreff der Schätzung der sogenannten lebendigen Kraft mehr den Ansichten der Cartesianer, in Bestimmung des Begriffs selbst mehr den Leibnitzianern zuneigte; man freut sich, dass er die Endlichkeit der todten und die Unendlichkeit der lebendigen Kraft, den Unterschied der möglichen und wirklichen Bewegung mit grosser Schärfe bestimmt; man entdeckt zuletzt, wie ihn der Übergang der Kraft aus dem Zustande der Ruhe in den der Bewegung, die Lebendigmachung, die Vivification, besonders beschäftigt, aber das ist auch Alles. C. Fortlage (Deutsche Vierteljahrsschrift. 1838, Hft. IV. S. 101) findet darin schon mehrere von den eigenthümlichen Grundideen der Vernunftkritik ausgesprochen, z. B. schon die Ansicht, dass der Raum eine Anschauungsform sey, welche die Gesetze enthalte, unter denen unser Vorstellungsvermögen von den sinnlichen Eindrücken afficirt werde; die Ansicht, dass es an sich seyende Dinge geben könne, welche nie und nirgends in unser menschliches Vorstellungsvermögen zu fallen vermöchten u. s. w. Ich muss gestehen, dass ich solche Spuren nicht entdecken kann. Will man in die unbestimmte Allgemeinheit, mit welcher Kant sich in diesem Tractat über den Process des Erkennens gelegentlich äussert, schon den Kern seiner epochemachenden Speculation hineininterpretiren, so lassen sich wohl künstliche Fäden dazu anspinnen. Es wundert mich, dass Fortlage nicht in §. 89 schon den Embryo der Kant'schen Methode erblickt. Geht man aber ohne die Absicht, den Kritiker der Vernunft sich hier schon verrathen zu sehen, an die Lectüre der Abhandlung, so findet man wohl Alles in ihr auf

die Bestimmung eines Kräftemaasses hinarbeiten, worin Kant eben von den Cartesianern, aber auch von den Leibnitzianern abwich und ihre Differenzen zu vermitteln strebte. Er legt daher gleich Eingangs grosses Gewicht darauf, dass Leibnitz der Materie ausser der Extension, ja *prius extensione*, die *vis motrix* als wesentlich beilegte und hierin allein könnte man eine Bevorwortung seiner Dynamik finden, ohne Gewaltsamkeit aber sonst nichts.

Die Abhandlung *de igne*, die hier zum ersten Mal von meinem verehrten Collegen, Herrn Professor Schubert, zum Druck befördert worden ist, bietet gar kein eigenthümliches Interesse dar. Sie hat nur einen historischen Werth. Man muss abermals die Schwierigkeit der Aufgabe, die ruhige Durchforschung derselben anerkennen und sehen, welch' verzweifelten Kampf Kant mit der Atomistik stritt, den er in der physischen Monadologie fortsetzte, ja, der im Grunde auch dem neuentdeckten Lehrbegriffe der Ruhe und Bewegung zu Grunde liegt, worin er das Gesetz der Trägheit seiner gewöhnlichen Auffassung nach angriff und das der Continuität als von ihm unzertrennlich nachwies.

Die metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft, deren Revision für diesen Band ich übernommen habe, erschienen zuerst im Todesjahr Friedrich des Grossen. Nach seiner Weise erwähnte Kant darin jener früheren Schriften gar nicht. Er drang immer vorwärts, ohne sich viel um das Frühere zu kümmern. Mit jeder Arbeit nahm er in seiner unverwüstlichen Kraft eine neue Position. Er behandelte

nun den Begriff der Materie nach den vier Kategorieen und schuf danach vier besondere Wissenschaften, von denen die zweite, die Dynamik, die grösste Wichtigkeit erhielt. Kant stürzte durch sie die Atomistik völlig, wenn gleich er zur Annahme der absoluten Durchdringlichkeit der Materie sich noch nicht entschliessen konnte, sondern, namentlich wegen des chemischen Processes, der thatsächlich darauf führt, in Verlegenheit darüber blieb. Es ist hier nicht der Ort, auf die Sache selbst weiter einzugehen. Will man die Bedeutsamkeit der Kant'schen Dynamik recht erkennen, so muss man erwägen, dass die Schelling'sche Construction der Materie ohne sie unmöglich gewesen wäre. Man sehe die unausgesetzte Aufmerksamkeit, welche ihr Schelling in den Ideen zu einer Philosophie der Natur (2te Aufl. Landshut, 1803), vornämlich im zweiten Buch, im fünften bis siebenten Capitel, gewidmet hat. Schelling erfüllte darin, was Lichtenberg (Sämmtl. Schrift. Bd. IV. S. 167) einmal gewünscht hatte: „Es wäre wohl einmal der Mühe werth, die beiden Systeme der Attractionisten und Impulsionisten, Kant's und Le Sage's mit einander zu vergleichen. Es giebt in beiden so viel Correspondirendes, das Alles einmal gegen einander über zu stellen.“ Le Sage war damals, da er mit der Postulirung mehrerer erster Körper, *corpuscules*, begann, die, in einem gewissen Raum vertheilt, alle von gleicher Masse, doch klein genug, um, wenn sie sich berühren, nicht sehr merklich von einander unterschieden zu seyn, in der That der strengste Gegensatz zu Kant's Ansicht. Ich muss jedoch gestehen, Le

Sage nur aus Schelling's Referaten zu kennen und gebe, da es der näheren Nachforschung wegen Manchem willkommen seyn dürfte, aus Schelling (a. a. O. S. 279) die Nachricht, dass derselbe einen *Lucrèce Newtonien;* ferner eine Preisschrift: Versuch einer mechanischen Chemie, herausgab. Andere Forschungen machten Freunde von ihm bekannt, z. B. de Luc in seinen beiden Werken über die Atmosphäre und zusammenhängender Provost in seinem Werk: *de l'origine des forces magnétiques, à Génève* 1788; Deutsche Übersetzung Halle 1794. Es ist wohl derselbe Le Sage, der in Genf Jacobi's Lehrer war?

Lichtenberg hielt sehr viel auf Le Sage, weil der Gedanke desselben so sehr „mit dem Grossen der allgemeinen Schwere zusammenhinge und wir im Grossen das Kleine kennen lernen müssten." Der Sache nach hatte Kant Recht, wiewohl er, seinem ganzen Standpunct nach, auch hier wieder noch in einem gewissen Dualismus befangen blieb. Er durchschaute die Schwächen der Corpuscularphilosophie vollkommen; er gestand die chemische Auflösung zu und wollte doch noch die Undurchdringlichkeit retten. Herbart (Allgemeine Metaphysik, I, S. 508 — 25) hat ihn in dieser Hinsicht einer scharfen Kritik unterworfen und ganz Recht mit der Behauptung, dass den Nachfolgern Kant's nur die Wahl blieb für oder gegen die Durchdringlichkeit der Materie, in welcher Beziehung er Schelling und Fries beurtheilt. Was man aber auch gegen Kant auf diesem Gebiet einwenden mag, einen Ruck hat er auch hier gethan, einen neuen und richtigen Weg hat er auch hier gewiesen. Da ich einmal

auf Lichtenberg gekommen bin, so fällt mir noch ein schöner Gedanke desselben ein. Er sagt (S. W. V. 334 gelegentlich, als er von der grössten Wurst erzählt, welche die Königsberger Fleischer 1601 in Procession aufführten), dass wir Preussen das einzig wahre Weltsystem, die einzig wahre Philosophie und die einzig wahre Taktik zu danken haben. Scherzhaft fügt er hinzu, dass einer solchen Gesellschaft es nicht ganz unwürdig wäre, die wahre Theorie von Processionsschnüren zu entdecken, da nämlich der Faden, worauf die Menschen bei jener Procession gereiht waren, eine Wurst von 1005 Ellen war. Ich aber möchte in Bezug auf die Dynamik es allerdings für gar nicht zufällig halten, dass auch sie von Preussen, dem Staate der Bewegung und des Fortschritts, ausging. Kant's erste Definition in den Anfangsgründen ist schon merkwürdig, weil sie die Materie von dem Fluch der Starrheit, Todtheit erlösen will. Materie ist das Bewegliche im Raum.

Doch es wird genug solcher allgemeinen Betrachtungen seyn. Wir bemerken nur noch schliesslich, dass Kant's Bearbeitung der Naturwissenschaft mit allen andern Theilen seines Systems am wenigsten in einem engeren Zusammenhange steht, dass es daher gleichgültig war, welche Stellung wir diesem Bande in der Reihenfolge der Werke gaben. Er hätte allenfalls auch der erste seyn können. Allein seine jetzige Stellung erläutert den systematischen Überblick über Kant's Philosophie ausserordentlich und ist, wenn wir erwägen, dass die metaph. Anfangsgründe doch den eigentlich authentischen Codex seiner hierher einschlagenden Ansichten

ausmachen und er darin seine früheren Versuche ignorirte, chronologisch, so gut es nur thunlich ist, am besten Platze. Er macht hier den Übergang vom Abstracten, dem Logischen und Metaphysischen, zum Concreten, zur physikalischen Geographie, in der Kant bis zur Betrachtung der organischen Natur fortging. Im Orte wenigstens kann er hier also den Gedanken vertreten, mit welchem Kant in seiner letzten Lebenszeit sich so viel trug, ein Werk zu schreiben, welches den Übergang der Metaphysik zur Physik darstellte.

Was die öffentliche Bekanntmachung der in diesem Bande enthaltenen Schriften anlangt, so hat sie Kant alle selbst bis auf die hier zum ersten Male aus der Originalhandschrift des Verfassers herausgegebene zweite Abhandlung in nachstehender chronologischer Folge zum Drucke befördert.

I. Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte und Beurtheilung der Beweise, deren sich Leibnitz und andere Mechaniker in dieser Streitsache bedient haben, Vorrede XXIV, Text 240 S. kl. 8vo bei Mart. Eberh. Dorn. Der Druckort Königsberg trägt zwar die Jahrszahl 1746, aber der Druck muss langsam vor sich gegangen seyn und bis in den Sommer des J. 1747 hineingedauert haben. Denn die Zusätze und Erläuterungen zum zweiten Abschnitte sind, wie es aus ihrer Abfassung hervorgeht, erst nach dem fertigen Abdrucke der ersten Bogen gemacht, und es wird in denselben noch auf literarische Erscheinungen der Ostermesse 1747 Bezug genommen, wie auf die Übersetzung von Musschenbroek §. 107. S. 149 in der Originalausgabe. Kant hat keine neue Ausgabe dieser Schrift selbst ver-

anstaltet, aber sie in die von ihm 1793 entworfene Sammlung seiner kleineren Schriften aufnehmen wollen, die indess von ihm selbst bald aufgegeben wurde. In dem Verzeichnisse seiner Schriften, welches ihm Borowski 1792 bei Gelegenheit seines ersten biographischen Abrisses von Kant's Leben zur Vervollständigung vorlegte, schrieb Kant eigenhändig zu dem Titel dieser Schrift: „Was dieses Werk im Auslande und bei den damals zum Theil noch lebenden Männern, denen K. sich entgegen stellte, bewirkt hat, ist nie recht bekannt geworden. Ich vermuthe, es ist zu wenig im Auslande verbreitet gewesen. Es ward zum Theil auf eigene, zum Theil auf eines nahen Verwandten (von dessen Stand und Lage — ein wohlhabender Schuhmachermeister Richter — man eine solche Erweisung des Edelmuths kaum erwartet hätte) Kosten abgedruckt; kam gar nicht in die Buchhandlungen und ward einer an sich reifen Frucht, die man aber nicht abpflückte und bewachte, ähnlich.“ Schon zur Zeit des Entwurfs von Borowski gehörte ein Exemplar dieses Werks zu den Seltenheiten. Später ist diese Abhandlung in der Tieftrunk'schen Sammlung, Bd. I, S. 1 — 282, abgedruckt, aber ohne die mathematischen Kupfertafeln der Originalausgabe, wobei denn auch die Randbeziehungen des Textes auf die Kupfertafeln ausgelassen sind. — Sie ist auch abgedruckt in der Sammlung bei Voigt Bd. I, S. 1 — 294.

II. Die Abhandlung *de igne* ist die Dissertation, welche er der philosophischen Facultät zu Königsberg zur Erlangung der Doctorwürde am 17ten April 1755 übergab (sehr sauber auf 12 Blätter gr. 4to von ihm ei-

genhändig geschrieben), also erst neun Jahre nach der Verabfassung der Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte. Da es bei der Königsberger philosophischen Facultät nicht Sitte ist, dass die Promotionsschrift gedruckt wird, wenn nicht etwa der Verfasser sie zugleich als Habilitationsschrift *pro venia legendi* benutzen will, was unter Genehmigung der Facultät auch schon damals geschehen konnte, so war diese Abhandlung *de igne* bei den Facultätsacten bis zum Tode Kant's verblieben. Darauf wurde sie als eine ehrenwerthe Reliquie der Universitätsbibliothek übergeben, welche gegenwärtig mit der allgemeinen königlichen in Königsberg vereinigt worden ist. Da diese Abhandlung unter den Manuscripten nicht aufbewahrt wurde, sondern einen Theil der Sammlung merkwürdiger Andenken an ausgezeichnete Männer ausmachte, so hatte sie sich der allgemeinen Aufmerksamkeit der Verehrer Kant'scher Handschriften entzogen und wurde erst im März 1838 von mir wieder aufgefunden. Mein College Rosenkranz erkannte gleich mir den eigenthümlichen Werth dieser Schrift für die Bildungsgeschichte Kant's, und dadurch erwarb sie sich den gerechtesten Anspruch auf die Aufnahme in die Sammlung seiner Werke.

III. Das *Specimen I* über die physische Monadologie schrieb Kant als akademische Gelegenheitsschrift. Er hatte zwar schon 1755 die im ersten Bande unserer Ausgabe als Abhandlung I. S. 1 — 44 abgedruckte Dissertation zur Aufnahme in die Reihe der Privatdocenten öffentlich vertheidigt: aber nach einer Verordnung Friedrich des Grossen sollte bei der Uni-

versität Königsberg kein Privatdocent früher zur ausserordentlichen Professur vorgeschlagen werden, bevor er nicht drei Mal öffentlich disputirt hatte. Unter den drei Opponenten von Seiten der Studirenden bei dieser akademischen Disputation befand sich Ludwig Ernst Borowski, welcher damals im Anfang seiner theologischen Studien in Königsberg war und als einziger evangelischer Erzbischof des Preussischen Staates im J. 1831 seine glänzende Laufbahn schloss. — Diese Abhandlung war zuerst Königsberg in der akademischen Buchdruckerei, 1756, 16 S. gr. 4to gedruckt und ist später in der Sammlung bei Nicolovius S. 261—84 aufgenommen.

IV. Diese kleine Abhandlung über einen neuen Lehrbegriff der Bewegung und Ruhe wurde als ein Programm zu den Vorlesungen im Sommersemester 1758 von Kant vertheilt. Es war zu Königsberg bei Driest 8 S. gr. 4to gedruckt und ist später als die erste Abhandlung in die Sammlung der kleinen, von Rink 1800 herausgegebenen Schriften und daraus in die spätere durch Nicolovius veranstaltete Sammlung derselben aufgenommen.

V. Die Abhandlung von dem ersten Grunde des Unterschiedes der Gegenden im Raume befindet sich zuerst in den wöchentlichen Königsberger Frag- und Anzeigungs-Nachrichten vom J. 1768, Stück 6—8, und daraus ist sie für die Sammlungen von Rink (V) und Nicolovius (X) entlehnt.

VI. Von den metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft sind drei Originalausgaben erschienen und zwar sämmtlich unter der Aufsicht

des Verfassers, zu Riga bei Hartknoch, 1786, XXIV und 158 S. gr. 8vo; unverändert im nächsten J. 1787, und zum dritten Male mit sehr unwesentlichen Änderungen, bei Hartknoch, 1800, gr. 8vo. Ein Nachdruck unter dem Titel einer neuesten Auflage wurde zu Frankfurt und Leipzig 1794 ohne Angabe einer Verlagshandlung bekannt gemacht.

Königsberg, den 27. Februar
1839.

Schubert. Rosenkranz.

I.

GEDANKEN
VON DER WAHREN SCHÄTZUNG
DER
LEBENDIGEN KRÄFTE
UND
BEURTHEILUNG DER BEWEISE,
DEREN SICH
HERR VON LEIBNITZ UND ANDERE MECHANIKER IN DIESER STREITSACHE BEDIENT HABEN.
NEBST
EINIGEN VORHERGEHENDEN BETRACHTUNGEN,
WELCHE
DIE KRAFT DER KÖRPER ÜBERHAUPT BETREFFEN.

Dem hochedelgebornen, hochgelahrten und hocherfahrnen Herrn,

Herrn

Johann Christoph Bohlius,

der Medicin Doctor und zweitem ordentlichen Professor auf der Akademie zu Königsberg, wie auch königlichem Leibmedicus,

meinem insonders hochzuehrenden Gönner.

Hochedelgeborner Herr, hochgelahrter und hocherfahrner Herr Doctor,

insonders hochzuehrender Gönner!

An wen kann ich mich besser wenden, als an Ew. Hochedelgebornen, um von einer so schlechten Sache, als gegenwärtige Schrift ist, allen Vortheil zu ziehen? Nach dem besondern Merkmale der Gütigkeit, welches Dieselben mir erzeigt haben, wage ich es zu hoffen, dass diese Freiheit von Ew. Hochedelgebornen auch als ein Beweisthum meiner Dankbarkeit werde aufgenommen werden. Die Beschaffenheit dieses Werkchens hat nichts an sich, worauf ich in Ansehung dessen einige Zuversicht bauen könnte; denn die Ehre, seine Abhandlung mit Dero Namen auszuzieren, ist es nicht, woraus man Ew. Hochedelgeboren ein Geschenk machen könnte. Eine Menge unvollkommener Gedanken, die vielleicht an sich unrichtig sind, oder doch durch die Niedrigkeit ihres Verfassers

allen Werth verlieren, die mich endlich hinlänglich überzeugen, dass sie nicht würdig sind, Denselben gewidmet zu werden, das ist Alles, was ich in meiner Macht habe, um es Ew. Hochedelgebornen zu überreichen. Ich mache mir dessen ungeachtet, vermittelst des vollkommenen Begriffs, den ich von Dero Gütigkeit gefasst habe, die Hoffnung: dass selbige mir den Dienst leisten werden, den ich am meisten hochschätze, nämlich Ew. Hochedelgebornen meine Erkenntlichkeit gegen Dieselbe zu erkennen zu geben. Ich werde hinführo mehr wie eine Gelegenheit haben, mich an die Verbindlichkeit zu erinnern, womit ich Ihnen verpflichtet bin; allein die gegenwärtige wird mit eine von den besten seyn, womit ich öffentlich bekenne, dass ich mit immerwährender Hochachtung verharre

Hochedelgeborner Herr, hochgelahrter und hocherfahrner Herr Doctor,

insonders hochzuehrender Gönner,
Ew. Hochedelgebornen

Königsberg, den 22. April
1747.

verpflichtetester Diener
Immanuel Kant.

Vorrede.

Nihil magis praestandum est, quam ne pecorum ritu sequamur antecedentium gregem, pergentes, non qua eundum est, sed qua itur.
Seneca de vita beata Cap. I.

I.

Ich glaube, ich habe Ursache, von dem Urtheile der Welt, dem ich diese Blätter überliefere, eine so gute Meinung zu fassen, dass diejenige Freiheit, die ich mir herausnehme, grossen Männern zu widersprechen, mir für kein Verbrechen werde ausgelegt werden. Es war eine Zeit, da man bei einem solchen Unterfangen viel zu befürchten hatte; allein ich bilde mir ein, diese Zeit sey nunmehr vorbei, und der menschliche Verstand habe sich schon der Fesseln glücklich entschlagen, die ihm Unwissenheit und Bewunderung ehemals angelegt hatten. Nunmehr kann man es kühn wagen, das Ansehen der Newton's und Leibnitze für nichts zu achten, wenn es sich der Entdeckung der Wahrheit entgegensetzen sollte, und keinen andern Überredungen, als dem Zuge des Verstandes zu gehorchen.

II.

Wenn ich es unternehme, die Gedanken eines Herrn von Leibnitz, Wolf, Herrmann, Bernoulli, Bül-

finger und Anderer zu verwerfen, und den meinigen den Vorzug einzuräumen, so wollte ich auch nicht gern schlechtere Richter als dieselben haben, denn ich weiss, ihr Urtheil, wenn es meine Meinungen verwürfe, würde die Absicht derselben doch nicht verdammen. Man kann diesen Männern kein vortrefflicheres Lob geben, als dass man alle Meinungen, ohne ihre eigene davon auszunehmen, vor ihnen ungescheut tadeln dürfe. Eine Mässigung von dieser Art war, obzwar bei einer andern Gelegenheit, einem grossen Manne des Alterthums sehr ruhmwürdig. Timoleon wurde ungeachtet der Verdienste, die er um die Freiheit von Syrakus hatte, einstmals vor Gericht gefordert. Die Richter entrüsteten sich über die Vermessenheit seiner Ankläger. Allein Timoleon betrachtete diesen Zufall ganz anders. Ein solches Unternehmen konnte einem Manne nicht missfallen, der sein ganzes Vergnügen darin setzte, sein Vaterland in der vollkommensten Freiheit zu sehen. Er beschützte diejenigen, die sich ihrer Freiheit sogar wider ihn selber bedienten. Das ganze Alterthum hat dieses Verfahren mit Lobsprüchen begleitet.

Nach so grossen Bemühungen, die sich die grössesten Männer um die Freiheit des menschlichen Verstandes gegeben haben, sollte man da wohl Ursache haben, zu befürchten, dass ihnen der Erfolg derselben missfallen werde?

III.

Ich werde mich dieser Mässigung und Billigkeit zu meinem Vortheil bedienen. Allein ich werde sie nur da antreffen, wo sich das Merkmal des Verdienstes und einer vorzüglichen Wissenschaft hervorthut. Es ist ausser diesem noch ein grosser Haufe übrig, über den das Vorurtheil und das Ansehen grosser Leute annoch eine grausame Herrschaft führt. Diese Herren, die gern für Schiedsrichter in der Gelehrsamkeit angesehen seyn wollten, scheinen sehr geschickt zu seyn, von einem Buche zu urtheilen, ohne es gelesen zu haben. Um es dem Tadel

preis zu geben, darf man ihnen nur den Titel desselben zeigen. Wenn der Verfasser unbekannt, ohne Charakter und Verdienste ist, so ist das Buch nicht werth, dass die Zeit damit verdorben werde; noch mehr aber, wenn er sich grosser Dinge unternimmt, berühmte Männer zu tadeln, Wissenschaften zu verbessern und seine eigenen Gedanken der Welt anzupreisen. Wenn es vor dem Richterstuhle der Wissenschaften auf die Anzahl ankäme, so würde ich eine sehr verzweifelte Sache haben. Allein diese Gefahr macht mich nicht unruhig. Dies sind diejenigen, die, wie man sagt, nur unten am Parnass wohnen, die kein Eigenthum besitzen und keine Stimme in der Wahl haben.

IV.

Das Vorurtheil ist recht für die Menschen gemacht, es thut der Bequemlichkeit und der Eigenliebe Vorschub, zweien Eigenschaften, die man nicht ohne die Menschheit ablegt. Derjenige, der von Vorurtheilen eingenommen, erhebt gewisse Männer, die es umsonst seyn würde, zu verkleinern und zu sich herunterzulassen, über alle andere zu einer unersteiglichen Höhe. Dieser Vorzug bedeckt alles Übrige mit dem Scheine einer vollkommenen Gleichheit, und lässt ihn den Unterschied nicht gewahr werden, der unter diesen annoch herrscht und der ihn sonst der verdriesslichen Beobachtung aussetzen würde, zu sehen, wie vielfach man noch von denjenigen übertroffen werde, die noch innerhalb der Mittelmässigkeit befindlich sind.

So lange also die Eitelkeit der menschlichen Gemüther noch mächtig seyn wird, so lange wird sich das Vorurtheil auch erhalten, d. i. es wird niemals aufhören.

V.

Ich werde in dem Verfolg dieser Abhandlung kein Bedenken tragen, den Satz eines noch so berühmten Mannes freimüthig zu verwerfen, wenn er sich meinem Ver-

stande als falsch darstellt. Diese Freiheit wird mir sehr verhasste Folgen zuziehen. Die Welt ist sehr geneigt zu glauben, dass derjenige, der in einem oder dem andern Falle eine richtigere Erkenntniss zu haben glaubt, als etwa ein grosser Gelehrter, sich auch in seiner Einbildung gar über ihn setze. Ich unterstehe mich zu sagen, dass dieser Schein sehr betrüglich sey, und dass er hier wirklich betrüge.

Es befindet sich in der Vollkommenheit des menschlichen Verstandes keine solche Proportion und Ähnlichkeit, als etwa in dem Baue des menschlichen Körpers. Bei diesem ist es zwar möglich, aus der Grösse eines und des andern Gliedes einen Schluss auf die Grösse des Ganzen zu machen; allein bei der Fähigkeit des Verstandes ist es ganz anders. Die Wissenschaft ist ein unregelmässiger Körper, ohne Ebenmaass und Gleichförmigkeit. Ein Gelehrter von Zwerggrösse übertrifft öfters an diesem oder jenem Theile der Erkenntniss einen andern, der mit dem ganzen Umfange seiner Wissenschaft dennoch weit über ihn hervorragt. Die Eitelkeit des Menschen erstreckt sich allem Ansehen nach nicht so weit, dass sie diesen Unterschied nicht sollte gewahr werden, und die Einsicht einer und der andern Wahrheit, mit dem weiten Inbegriffe einer vorzüglichen Erkenntniss für einerlei halten sollte; zum wenigsten weiss ich, dass man mir Unrecht thun würde, wenn man mir diesen Vorwurf machte.

VI.

Die Welt ist so ungereimt nicht, zu denken, ein Gelehrter von Rang sey der Gefahr, zu irren, gar nicht mehr unterworfen. Allein dass ein niedriger und unbekannter Schriftsteller diese Irrthümer vermieden habe, aus denen einen grossen Mann alle seine Scharfsinnigkeit nicht hat retten können, das ist die Schwierigkeit, die so leicht nicht zu verdauen ist. Es steckt viel Vermessenheit in diesen Worten: Die Wahrheit, um die sich die grössesten

Meister der menschlichen Erkenntniss vergeblich beworben haben, hat sich meinem Verstande zuerst dargestellt. Ich wage es nicht, diesen Gedanken zu rechtfertigen, allein ich wollte ihm auch nicht gern absagen.

VII.

Ich stehe in der Einbildung, es sey zuweilen nicht unnütz, ein gewisses edles Vertrauen in seine eigenen Kräfte zu setzen. Eine Zuversicht von der Art belebt alle unsere Bemühungen und ertheilt ihnen einen gewissen Schwung, der der Untersuchung der Wahrheit sehr beförderlich ist. Wenn man in der Verfassung steht, sich überreden zu können, dass man seiner Betrachtung noch etwas zutrauen dürfe, und dass es möglich sey, einen Herrn von Leibnitz auf Fehlern zu ertappen, so wendet man Alles an, seine Vermuthung wahr zu machen. Nachdem man sich nun tausend Mal bei einem Unterfangen verirrt hat, so wird der Gewinn, der hierdurch der Erkenntniss der Wahrheiten zugewachsen ist, dennoch viel erheblicher seyn, als wenn man nur immer die Heeresstrasse gehalten hatte.

Hierauf gründe ich mich. Ich habe mir die Bahn schon vorgezeichnet, die ich halten will. Ich werde meinen Lauf antreten, und nichts soll mich hindern, ihn fortzusetzen.

VIII.

Es ist noch ein neuer Einwurf, den man mir machen wird, und dem ich, wie es scheint, zuvorkommen muss. Man wird mich zuweilen in dem Tone eines Menschen hören, der von der Richtigkeit seiner Sätze sehr wohl versichert ist, und der nicht befürchtet, dass ihm werde widersprochen werden, oder dass ihn seine Schlüsse betrügen können. Ich bin so eitel nicht, mir dieses in der That

einzubilden, ich habe auch nicht Ursache, meinen Sätzen den Schein eines Irrthums so sorgfältig zu benehmen; denn nach so vielen Fehltritten, denen der menschliche Verstand zu allen Zeiten unterworfen gewesen, ist es keine Schande mehr, geirrt zu haben. Es steckt eine ganz andere Absicht unter meinem Verfahren. Der Leser dieser Blätter ist ohne Zweifel schon durch die Lehrsätze, die jetzt von den lebendigen Kräften im Schwange gehen, vorbereitet, ehe er sich zu meiner Abhandlung wendet. Er weiss es, was man gedacht hat, ehe Leibnitz seine Kräfteschätzung der Welt ankündigte, und der Gedanke dieses Mannes muss ihm auch schon bekannt seyn. Er hat sich unfehlbar durch die Schlüsse einer von beiden Parteien gewinnen lassen, und allem Ansehen nach ist dieses die Leibnitz'sche Partei, denn ganz Deutschland hat sich jetzt zu derselben bekannt. In dieser Verfassung liest er diese Blätter. Die Vertheidigungen der lebendigen Kräfte haben unter der Gestalt geometrischer Beweise seine ganze Seele eingenommen. Er sieht meine Gedanken also nur als Zweifel an, und wenn ich sehr glücklich bin, noch etwa als scheinbare Zweifel, deren Auflösung er der Zeit überlässt, und die der Wahrheit dennoch nicht hinderlich fallen können. Hingegen muss ich meine ganze Kunst anwenden, um die Aufmerksamkeit des Lesers etwas länger bei mir aufzuhalten. Ich muss mich ihm in dem ganzen Lichte der Überzeugung darstellen, das meine Beweise mir gewähren, um ihn auf die Gründe aufmerksam zu machen, die mir diese Zuversicht einflössen.

Wenn ich meine Gedanken nur unter dem Namen der Zweifel vortrüge, so würde die Welt, die ohnedies geneigt ist, sie für nichts Besseres anzusehen, sehr leicht über dieselben hinweg seyn; denn eine Meinung, die man einmal glaubt erwiesen zu haben, wird sich noch sehr lange im Beifall erhalten, wenn gleich die Zweifel, durch die sie angefochten wird, noch so scheinbar sind und nicht leichtlich können aufgelöst werden.

Ein Schriftsteller zieht gemeiniglich seinen Leser unvermerkt mit in diejenige Verfassung, in der er sich bei Verfertigung seiner Schrift selber befunden hatte. Ich wollte ihm also, wenn es möglich wäre, lieber den Zustand der Überzeugung, als des Zweifels mittheilen; denn jener würde mir, und vielleicht auch der Wahrheit, vortheilhafter seyn als dieser. Dieses sind die kleinen Kunstgriffe, die ich jetzt nicht verachten muss, um das Gleichgewicht der Wage nur einigermaassen herzustellen, in der das Ansehen grosser Männer einen so gewaltigen Ausschlag giebt.

IX.

Die letzte Schwierigkeit, die ich noch wegräumen will, ist diejenige, die man mir wegen der Unhöflichkeit machen wird. Es scheint, dass ich den Männern, die ich mich unterfangen habe, zu widerlegen, mit mehr Ehrerbietigkeit hätte begegnen können, als ich wirklich gethan habe, Ich hätte mein Urtheil, das ich über ihre Sätze fälle, in einem viel gelindern Tone aussprechen sollen. Ich hätte sie nicht Irrthümer, Falschheiten oder auch Verblendungen nennen sollen. Die Härte dieser Ausdrücke scheint den grossen Namen verkleinerlich zu seyn, gegen die sie gerichtet sind. Zu der Zeit der Unterscheidungen, welche auch die Zeit der Rauhigkeit der Sitten war, würde man geantwortet haben; dass man die Sätze von allen persönlichen Vorzügen ihrer Urheber abgesondert beurtheilen müsse. Die Höflichkeit dieses Jahrhunderts aber legt mir ein ganz anderes Gesetz auf. Ich würde nicht zu entschuldigen seyn, wenn die Art meines Ausdrucks die Hochachtung, die das Verdienst grosser Männer von mir fordert, beleidigte. Allein ich bin versichert, dass dieses nicht sey. Wenn wir neben den grössesten Entdeckungen offenbare Irrthümer antreffen, so ist dieses nicht sowohl ein Fehler des Menschen, als vielmehr der Menschheit; und man würde dieser in der Person der Gelehrten gar zu viel Ehre

anthun, wenn man sie von denselben gänzlich ausnehmen wollte. Ein grosser Mann, der sich ein Gebäude von Sätzen errichtet, kann seine Aufmerksamkeit nicht auf alle mögliche Seiten gleich stark kehren. Er ist in einer gewissen Betrachtung insbesondere verwickelt, und es ist kein Wunder, wenn ihm alsdann von irgend einer andern Seite Fehler entwischen, die er unfehlbar vermieden haben würde, wenn er ausserhalb dieser Beschäftigung nur seine Aufmerksamkeit auf dieselbe gerichtet hätte.

Ich will die Wahrheit nur ohne Umschweife gestehen. Ich werde nicht ungeneigt seyn, diejenigen Sätze für wirkliche Irrthümer und Falschheiten zu halten, welche in meiner Betrachtung unter dieser Gestalt erscheinen; und warum sollte ich mir den Zwang anthun, diesen Gedanken in meiner Schrift so ängstlich zu verbergen, um dasjenige zu scheinen, was ich nicht denke, was aber die Welt gern hätte, dass ich es dächte?

Und überhaupt zu reden, würde ich mit der Ceremonie auch schlecht zurecht kommen, allen meinen Urtheilen, die ich über grosse Männer ausspreche, einen gewissen Schwung der Artigkeit zu ertheilen, die Ausdrücke geschickt zu mildern, und überall das Merkmal der Ehrerbietigkeit sehen zu lassen; diese Bemühung würde mich wegen der Wahl der Wörter öfters in eine verdriessliche Enge bringen, und mich der Nothwendigkeit unterwerfen, über den Fusssteig der philosophischen Betrachtung von allen auszuschweifen. Ich will mich also der Gelegenheit dieses Vorberichts bedienen, eine öffentliche Erklärung der Ehrerbietigkeit und Hochachtung zu thun, die ich gegen die grossen Meister unserer Erkenntniss, welche ich jetzt die Ehre haben werde, meine Gegner zu heissen, jederzeit hegen werde, und der die Freiheit meiner schlechten Urtheile nicht den geringsten Abbruch thun kann.

X.

Nach den verschiedenen Vorurtheilen, die ich mich jetzt bemüht habe, wegzuräumen, bleibt dennoch endlich noch ein gewisses rechtmässiges Vorurtheil übrig, dem ich dasjenige, was in meiner Schrift etwa noch Überzeugendes anzutreffen wäre, insbesondere zu verdanken habe. Wenn viele grosse Männer von bewährter Scharfsinnigkeit und Urtheilskraft, theils durch verschiedene, theils durch einerlei Wege zur Behauptung ebendesselben Satzes geleitet werden, so ist eine weit wahrscheinlichere Vermuthung, dass ihre Beweise richtig sind, als dass der Verstand irgend eines schlechten Schriftstellers die Schärfe in denselben genauer sollte beobachtet haben. Es hat dieser daher grosse Ursache, den Vorwurf seiner Betrachtung sich besonders klar und eben zu machen, denselben so zu zergliedern und auseinander zu setzen, dass, wenn er vielleicht einen Fehlschluss beginge, derselbe ihm doch alsbald in die Augen leuchten müsste; denn es wird vorausgesetzt, dass, wenn die Betrachtung gleich verwickelt ist, derjenige eher die Wahrheit entdecken werde, der dem andern an Scharfsinnigkeit vorgeht. Er muss seine Untersuchung also so viel als möglich einfach und leicht machen, damit er nach dem Maasse seiner Urtheilskraft in seiner Betrachtung eben so viel Licht und Richtigkeit vermuthen könne, als der andere nach dem Maasse der seinigen in einer viel verwickeltern Untersuchung.

Diese Beobachtung habe ich mir in der Ausführung meines Vorhabens ein Gesetz seyn lassen, wie man bald wahrnehmen wird.

XI.

Wir wollen, ehe wir diesen Vorbericht endigen, uns den jetzigen Zustand der Streitsache von den lebendigen Kräften annoch kürzlich bekannt machen.

Der Herr von Leibnitz hat allem Ansehen nach die lebendigen Kräfte in den Fällen nicht zuerst erblickt, darin er sie zuerst der Welt darstellte. Der Anfang einer Meinung ist gemeiniglich viel einfacher, besonders einer Meinung, die etwas so Kühnes und Wunderbares mit sich führt, als die von der Schätzung nach dem Quadrat. Man hat gewisse Erfahrungen, die sehr gemein sind, und dadurch wir wahrnehmen, dass eine wirkliche Bewegung, z. B. ein Schlag oder Stoss, immer mehr Gewalt mit sich führe, als ein todter Druck, wenn er gleich noch stark ist. Diese Beobachtung war vielleicht der Saame eines Gedankens, der unter den Händen des Herrn von Leibnitz nicht unfruchtbar bleiben konnte, und der nach der Hand zu der Grösse eines der berühmtesten Lehrgebäude erwuchs.

XII.

Uberhaupt zu reden, scheint die Sache der lebendigen Kräfte so zu sagen recht dazu gemacht zu seyn, dass der Verstand einmal, es hätte auch zu einer Zeit seyn mögen, welche es wollte, durch dieselbe musste verführt werden. Die überwältigten Hindernisse der Schwere, die verrückten Materien, die zugedrückten Federn, die bewegten Massen, die in zusammengesetzter Bewegung entspringenden Geschwindigkeiten, Alles stimmt auf eine wunderbare Art zusammen, den Schein der Schätzung nach dem Quadrat zuwege zu bringen. Es giebt eine Zeit, darin die Vielheit der Beweise dasjenige gilt, was zu einer andern ihre Schärfe und Deutlichkeit ausrichten würde. Diese Zeit ist jetzt unter den Vertheidigern der lebendigen Kräfte vorhanden. Wenn sie bei einem oder dem andern von ihren Beweisen etwa wenig Überzeugung fühlen, so befestigt der Schein der Wahrheit, der sich dagegen von desto mehr Seiten hervorthut, ihren Beifall, und lässt ihn nicht wankend werden.

XIII.

Es ist schwerer zu sagen, auf welcher Seite sich bis daher in der Streitsache der lebendigen Kräfte die Vermuthung des Sieges am meisten gezeigt habe. Die zwei Herren Bernoulli, Herr von Leibnitz und Herrmann, die an der Spitze der Philosophen ihrer Nation standen, konnten durch das Ansehen der übrigen Gelehrten von Europa nicht überwogen werden. Diese Männer, die alle Waffen der Geometrie in ihrer Macht hatten, waren allein vermögend, eine Meinung empor zu halten, die sich vielleicht nicht hätte zeigen dürfen, wenn sie sich in den Händen eines minder berühmten Vertheidigers befunden hätte.

Sowohl die Partei des Cartesius, als die des Herrn von Leibnitz, haben für ihre Meinung Alle die Überzeugung empfunden, der man in der menschlichen Erkenntniss gemeiniglich nur fähig ist. Man hat von beiden Theilen über nichts, als das Vorurtheil der Gegner geseufzt, und jede Partei hat geglaubt, ihre Meinung würde unmöglich können in Zweifel gezogen werden, wenn die Gegner derselben sich nur die Mühe nehmen wollten, sie in einem rechten Gleichgewichte der Gemüthsneigungen anzusehen.

Indessen zeigt sich doch ein gewisser merkwürdiger Unterschied, unter der Art, womit sich die Partei der lebendigen Kräfte zu erhalten sucht, und unter derjenigen, womit die Schätzung des Cartesius sich vertheidigt. Diese beruft sich nur auf einfache Fälle, in denen die Entscheidung der Wahrheit und des Irrthums leicht und gewiss ist, jene im Gegentheil macht ihre Beweise so verwickelt und dunkel als möglich, und rettet sich so zu sagen durch Hülfe der Nacht aus einem Gefechte, darin sie vielleicht bei einem rechten Lichte der Deutlichkeit allemal den kürzern ziehen würde.

Die Leibnitzianer haben auch noch fast alle Erfahrungen auf ihrer Seite; dies ist vielleicht das einzige, was sie vor den Cartesianern voraus haben. Die Herren Poleni, s'Gravesande und van Musschenbroeck haben ihnen

diesen Dienst geleistet, davon die Folgen vielleicht vortrefflich seyn würden, wenn man sich derselben richtiger bedient hätte.

Ich werde in diesem Vorberichte keine Erzählung von demjenigen machen, was ich in gegenwärtiger Abhandlung in der Sache der lebendigen Kräfte zu leisten gedenke. Dieses Buch hat keine andere Hoffnung gelesen zu werden, als diejenige, die es auf seine Kürze baut; es wird also dem Leser leicht seyn, sich seinen Inbegriff selber bekannt zu machen.

Wenn ich meiner eigenen Einbildung etwas zutrauen dürfte, so würde ich sagen, meine Meinungen könnten einige nicht unbequeme Handleistungen thun, eine der grössten Spaltungen, die jetzt unter den Geometern von Europa herrscht, beizulegen. Allein diese Überredung ist eitel. Das Urtheil eines Menschen gilt nirgends weniger, als in seiner eigenen Sache. Ich bin für die meinige so sehr nicht eingenommen, dass ich ihr zum Besten einem Vorurtheile der Eigenliebe Gehör geben wollte. Indessen mag es hiermit beschaffen seyn, wie es wolle, so unterstehe ich es mir doch, mit Zuversicht vorauszusagen: dieser Streit werde entweder in Kurzem abgethan werden, oder er werde niemals aufhören.

Erstes Hauptstück,

Von der Kraft der Körper überhaupt.

§. 1.

Jedweder Körper hat eine wesentliche Kraft.

Weil ich glaube, dass es Etwas zu der Absicht beitragen kann, welche ich habe, die Lehre von den lebendigen Kräften einmal gewiss und entscheidend zu machen, wenn ich vorher einige metaphysische Begriffe von der Kraft der Körper überhaupt festgesetzt habe, so werde ich damit den Anfang machen.

Man sagt, dass ein Körper, der in Bewegung ist, eine Kraft habe. Denn Hindernisse überwinden, Federn spannen, Massen verrücken, dieses nennt alle Welt wirken. Wenn man nicht weiter sieht, als etwa die Sinne lehren, so hält man diese Kraft für Etwas, was dem Körper ganz und gar von draussen mitgetheilt worden, und wovon er nichts hat, wenn er in Ruhe ist. Der ganze Haufe der Weltweisen vor Leibnitz war dieser Meinung, den einzigen Aristoteles ausgenommen. Man glaubt, die dunkle Entelechie dieses Mannes sey das Geheimniss für die Wirkungen der Körper. Die Schullehrer insgesammt, die alle dem Aristoteles folgten, haben dieses Räthsel nicht begriffen, und vielleicht ist es auch nicht dazu gemacht gewesen, dass es Jemand begreifen sollte. Leibnitz, dem die menschliche Vernunft so viel zu verdanken hat, lehrte zuerst, dass dem Körper eine wesentliche Kraft beiwohne,

die ihm sogar noch vor der Ausdehnung zukommt. *Est aliquid praeter extensionem, imo extensione prius*; dieses sind seine Worte.

§. 2.

Diese Kraft der Körper nannte Leibnitz überhaupt die wirkende Kraft

Der Erfinder nannte diese Kraft mit dem allgemeinen Namen der wirkenden Kraft. Man hätte ihm in den Lehrgebäuden der Metaphysik nur auf dem Fusse nachfolgen sollen; allein man hat diese Kraft etwas näher zu bestimmen gesucht. Der Körper, heisst es, hat eine bewegende Kraft, denn man sieht ihn sonst nichts thun, als Bewegungen hervorbringen. Wenn er drückt, so strebt er nach der Bewegung, allein alsdann ist die Kraft in der Ausübung, wenn die Bewegung wirklich ist. Ich behaupte aber, dass wenn man dem Körper eine wesentliche bewegende Kraft *(vim motricem)* beilegt, damit man eine Antwort auf die Frage von der Ursache der Bewegung fertig habe, so übe man in gewissem Maasse den Kunstgriff aus, dessen sich die Schullehrer bedienten, indem sie in der Untersuchung der Gründe der Wärme oder der Kälte, zu einer *vi calorifica* oder *frigifaciente* ihre Zuflucht nahmen.

§. 3.

Man sollte billig die wesentliche Kraft *vim motricem* nennen.

Man redet nicht richtig, wenn man die Bewegung zu einer Art Wirkungen macht, und ihr deswegen eine gleichnamige Kraft beilegt. Ein Körper, dem unendlich wenig Widerstand geschieht, der mithin fast gar nicht wirkt, der hat am meisten Bewegung. Die Bewegung ist nur das äusserliche Phänomenon des Zustandes des Körpers, da er

zwar nicht wirkt, aber doch bemüht ist zu wirken, allein wenn er seine Bewegung durch einen Gegenstand plötzlich verliert, das ist, in dem Augenblicke, darin er zur Ruhe gebracht wird, darin wirkt er. Man sollte daher die Kraft einer Substanz nicht von Demjenigen benennen, was gar keine Wirkung ist, noch viel weniger aber von den Körpern, die im Ruhestande wirken (z. B. von einer Kugel, die den Tisch, worauf sie liegt, durch ihre Schwere drückt), sagen, dass sie eine Bemühung haben, sich zu bewegen. Denn weil sie alsdann nicht wirken würden, wenn sie sich bewegten, so müsste man sagen: indem ein Körper wirkt, so hat er eine Bemühung, in den Zustand zu gerathen, darin er nicht wirkt. Man wird also die Kraft eines Körpers viel eher eine *vim activam* überhaupt, als eine *vim motricem* nennen sollen.

§. 4.

Wie die Bewegung aus der wirkenden Kraft überhaupt kann erklärt werden.

Es ist aber nichts leichter, als den Ursprung Dessen, was wir Bewegung nennen, aus den allgemeinen Begriffen der wirkenden Kraft herzuleiten. Die Substanz *A*, deren Kraft dahin bestimmt wird, ausser sich zu wirken (das ist, den innern Zustand anderer Substanzen zu ändern), findet entweder in dem ersten Augenblicke ihrer Bemühung sogleich einen Gegenstand, der ihre ganze Kraft erduldet, oder er findet einen solchen nicht. Wenn das erstere allen Substanzen begegnete, so würden wir gar keine Bewegung kennen, wir würden also auch die Kraft der Körper von derselben nicht benennen. Wenn aber die Substanz *A* in dem Augenblicke ihrer Bemühung ihre ganze Kraft nicht anwenden kann, so wird sie nur einen Theil derselben anwenden. Sie kann aber mit dem übrigen Theile derselben nicht unthätig bleiben. Sie muss vielmehr mit ihrer ganzen Kraft wirken, denn sie würde sonst aufhören,

eine Kraft zu heissen, wenn sie nicht ganz angewandt würde. Daher weil die Folgen dieser Ausübung in dem coexistirenden Zustande der Welt nicht anzutreffen sind, wird man sie in der zweiten Abmessung derselben, nämlich in der successiven Reihe der Dinge finden müssen. Der Körper wird daher seine Kraft nicht auf einmal, sondern nach und nach anwenden. Er kann aber in den nachfolgenden Augenblicken in eben dieselben Substanzen nicht wirken, in die er gleich anfänglich wirkte, denn diese erdulden nur den ersten Theil seiner Kraft, das übrige aber sind sie nicht fähig anzunehmen; also wirkt *A* nach und nach immer in andere Substanzen. Die Substanz *C* aber, in die er im zweiten Augenblicke wirkt, muss gegen *A* eine ganz andere Relation des Orts und der Lage haben, als *B*, in welches er gleich Anfangs wirkte, denn sonst wäre kein Grund, woher *A* nicht im Anfange auf einmal sowohl in die Substanz *C* als in *B* gewirkt hätte. Eben so haben die Substanzen, in die er in den nachfolgenden Augenblicken wirkt, jedwede eine verschiedene Lage gegen den ersten Ort des Körpers *A*. Das heisst, *A* verändert seinen Ort, indem er successiv wirkt.

§. 5.

Was für Schwierigkeiten daraus in die Lehre von der Wirkung des Körpers in die Seele fliessen, wenn man diesem keine andere Kraft als die *vim motricem* beilegt.

Weil wir nicht deutlich gewahr werden, was ein Körper thut, wenn er im Zustande der Ruhe wirkt, so denken wir immer auf die Bewegung zurück, die erfolgen würde, wenn man den Widerstand wegräumte. Es wäre genug, sich derselben dazu zu bedienen, dass man einen äusserlichen Charakter von Demjenigen hätte, was in dem Körper vorgeht, und was wir nicht sehen können. Allein gemeiniglich wird die Bewegung als dasjenige angesehen, was

die Kraft thut, wenn sie recht losbricht, und was die einzige Folge derselben ist. Weil es so leicht ist, sich von diesem kleinen Abwege auf die rechten Begriffe wiederzufinden, so sollte man nicht denken, dass ein solcher Irrthum von Folgen wäre. Allein er ist es in der That, obgleich nicht in der Mechanik und Naturlehre. Denn eben daher wird es in der Metaphysik so schwer, sich vorzustellen, wie die Materie im Stande sey, in der Seele des Menschen auf eine in der That wirksame Art (das ist, durch den physischen Einfluss) Vorstellungen hervorzubringen. Was thut die Materie anders, sagt man, als dass sie Bewegungen verursache? daher wird alle ihre Kraft darauf hinaus laufen, dass sie höchstens die Seele aus ihrem Orte verrücke. Allein wie ist es möglich, dass die Kraft, die allein Bewegungen hervorbringt, Vorstellungen und Ideen erzeugen sollte? Dieses sind ja so unterschiedene Geschlechter von Sachen, dass es nicht begreiflich ist, wie eine die Quelle der andern seyn könne.

§. 6.

Die Schwierigkeit, die hieraus entspringt, wenn von der Wirkung der Seele in den Körper die Rede ist. Und wie diese durch die Benennung einer *vis activae* überhaupt könne gehoben werden.

Eine gleiche Schwierigkeit äussert sich, wenn die Frage ist, ob die Seele auch im Stande sey, die Materie in Bewegung zu setzen. Beide Schwierigkeiten verschwinden aber, und der physische Einfluss bekommt kein geringes Licht, wenn man die Kraft der Maserie, nicht auf die Rechnung der Bewegung, sondern der Wirkungen in andre Substanzen, die man nicht näher bestimmen darf, setzt. Denn die Frage, ob die Seele Bewegungen verursachen könne, das ist, ob sie eine bewegende Kraft habe, verwandelt sich in diese: ob ihre wesentliche Kraft zu einer Wirkung nach draussen könne bestimmt werden, das

ist, ob sie ausser sich in andere Wesen zu wirken und Veränderungen hervorzubringen fähig sey? Diese Frage kann man auf eine ganz entscheidende Art dadurch beantworten: dass die Seele nach draussen aus diesem Grunde müsse wirken können, weil sie in einem Orte ist. Denn wenn wir den Begriff von Demjenigen zergliedern, was wir den Ort nennen, so findet man, das er die Wirkungen der Substanzen in einander andeutet. Es hat also einen gewissen scharfsinnigen Schriftsteller nichts mehr verhindert, den Triumph des physischen Einflusses über die vorherbestimmte Harmonie vollkommen zu machen, als diese kleine Verwirrung der Begriffe, aus der man sich leichtlich herausfindet, sobald man nur seine Aufmerksamkeit darauf richtet.

Wenn man die Kraft der Körper überhaupt nur eine wirkende Kraft nennt, so begreift man leicht, wie die Materie die Seele zu gewissen Vorstellungen bestimmen könne.

Eben so leicht ist es auch, die Art vom paradoxen Satze zu begreifen, wie es nämlich möglich sey, dass die Materie, von der man doch in der Einbildung steht, dass sie nichts als nur Bewegungen verursachen könne, der Seele gewisse Vorstellungen und Bilder eindrücke. Denn die Materie, welche in Bewegung gesetzt worden, wirkt in Alles, was mit ihr dem Raum nach verbunden ist, mithin auch in die Seele, das ist, sie verändert den innern Zustand derselben, in soweit er sich auf das Äussere bezieht. Nun ist der ganze innerliche Zustand der Seele nichts anders, als die Zusammenfassung aller ihrer Vorstellungen und Begriffe, und in soweit dieser innerliche Zustand sich auf das Äusserliche bezieht, heisst er der *status repraesentativus universi;* daher ändert die Materie vermittelst ihrer Kraft, die sie in der Bewegung hat, den Zustand der Seele, wodurch sie sich die Welt vorstellt. Auf diese Weise begreift man, wie sie der Seele Vorstellungen eindrücken könne.

§. 7.

Es können Dinge wirklich existiren, dennoch aber nirgends in der Welt vorhanden seyn.

Es ist schwer, in einer Materie, die von so weitem Umfange ist, nicht auszuschweifen; allein ich muss mich doch nur wieder zu Dem wenden, was ich von der Kraft der Körper habe anmerken wollen. Weil alle Verbindung und Relation, ausser einander existirender Substanzen, von den gewechselten Wirkungen, die ihre Kräfte gegen einander ausüben, herrührt, so lasst uns sehen, was für Wahrheiten aus diesem Begriffe der Kraft können hergeleitet werden. Entweder ist eine Substanz mit andern ausser ihr in einer Verbindung und Relation, oder sie ist es nicht. Weil ein jedwedes selbständiges Wesen die vollsändige Quelle aller seiner Bestimmungen in sich enthält, so ist nicht nothwendig zu seinem Daseyn, dass es mit andern Dingen in Verbindung stehe. Daher können Substanzen existiren, und dennoch gar keine äusserliche Relation gegen andere haben, oder in einer wirklichen Verbindung mit ihnen stehen. Weil nun ohne äusserliche Verknüpfungen, Lagen und Relationen kein Ort stattfindet, so ist es wohl möglich, dass ein Ding wirklich existire, aber doch nirgends in der ganzen Welt vorhanden sey. Dieser paradoxe Satz, ob er gleich eine Folge, und zwar eine sehr leichte Folge der bekanntesten Wahrheiten ist, ist, so viel ich weiss, noch von Niemandem angemerkt worden. Allein es fliessen noch andere Sätze aus derselben Quelle, die nicht minder wunderbar sind, und den Verstand so zu sagen wider seinen Willen einnehmen.

§. 8.

Es ist im recht metaphysischen Verstande wahr, dass mehr als eine Welt existiren könne.

Weil man nicht sagen kann, dass Etwas ein Theil von einem Ganzen sey, wenn es mit den übrigen Theilen in gar keiner Verbindung steht (denn sonst würde kein Unterschied unter einer wirklichen Vereinigung, und unter einer eingebildeten zu finden seyn), die Welt aber ein wirklich zusammengesetztes Wesen ist, so wird eine Substanz, die mit keinem Dinge in der ganzen Welt verbunden ist, auch zu der Welt gar nicht gehören, es sey denn etwa in Gedanken, das heisst, es wird kein Theil von derselben seyn. Wenn dergleichen Wesen viel sind, die mit keinem Dinge der Welt in Verknüpfung stehen, allein gegen einander eine Relation haben, so entspringt daraus ein ganz besonderes Ganzes, sie machen eine ganz besondere Welt aus. Es ist daher nicht richtig geredet, wenn man in den Hörsälen der Weltweisheit immer lehrt, es könne im metaphysischen Verstande nicht mehr als eine einzige Welt existiren. Es ist wirklich möglich, dass Gott viel Millionen Welten, auch in recht metaphysischer Bedeutung genommen, erschaffen habe; daher bleibt es unentschieden, ob sie auch wirklich existiren, oder nicht. Der Irrthum, den man hierin begangen, ist unfehlbar daher entstanden, weil man auf die Erklärung von der Welt nicht genau Acht gehabt hat. Denn die Definition rechnet nur Dasjenige zur Welt, was mit den übrigen Dingen in einer wirklichen Verbindung steht*, das Theorem aber vergisst diese Einschränkung, und redet von allen existirenden Dingen überhaupt.

---

* *Mundus est rerum omnium contingentium simultanearum et successivarum inter se connexarum series.*

§. 9.

Wenn die Substanzen keine Kraft hätten, ausser sich zu wirken, so würde keine Ausdehnung, auch kein Raum seyn.

Es ist leicht zu erweisen, dass kein Raum und keine Ausdehnung seyn würden, wenn die Substanzen keine Kraft hätten, ausser sich zu wirken. Denn ohne diese Kraft ist keine Verbindung, ohne diese keine Ordnung, und ohne diese endlich kein Raum. Allein es ist etwas schwerer einzusehen, wie aus dem Gesetze, nach welchem diese Kraft der Substanzen ausser sich wirkt, die Vielheit der Abmessungen des Raumes herfolge.

Der Grund von der dreifachen Dimension des Raumes ist noch unbekannt.

Weil ich in dem Beweise, den Herr von Leibnitz irgendwo in der Theodicee von der Anzahl der Linien hernimmt, die von einem Puncte winkelrecht gegen einander können gezogen werden, einen Cirkelschluss wahrnehme, so habe ich darauf gedacht, die dreifache Dimension der Ausdehnung aus Demjenigen zu erweisen, was man bei den Potenzen der Zahlen wahrnimmt. Die drei ersten Potenzen derselben sind ganz einfach, und lassen sich auf keine anderen reduciren, allein die vierte, als das Quadratoquadrat, ist nichts als eine Wiederholung der zweiten Potenz. So gut mir diese Eigenschaft der Zahlen schien, die dreifache Raumes-Abmessung daraus zu erklären, so hielt sie in der Anwendung doch nicht Stich. Denn die vierte Potenz ist in allem Demjenigen, was wir uns durch die Einbildungskraft vom Raume vorstellen können, ein Unding. Man kann in der Geometrie kein Quadrat mit sich selber, noch den Würfel mit seiner Wurzel multipliciren; daher beruht die Nothwendigkeit der dreifachen Abmessung nicht sowohl darauf, dass wenn man mehrere setzte, man nichts anders thäte, als dass die vorigen wie-

derholt würden (so wie es mit den Potenzen der Zahlen beschaffen ist), sondern vielmehr auf einer gewissen andern Nothwendigkeit, die ich noch nicht zu erklären im Stande bin.

§. 10.

Es ist wahrscheinlich, dass die dreifache Abmessung des Raumes von dem Gesetze herrühre, nach welchem die Kräfte der Substanzen in einander wirken.

Weil Alles, was unter den Eigenschaften eines Dinges vorkommt, von Demjenigen muss hergeleitet werden können, was den vollständigen Grund von dem Dinge selbst in sich enthält, so werden sich auch die Eigenschaften der Ausdehnung, mithin auch die dreifache Abmessung derselben, auf die Eigenschaften der Kraft gründen, welche die Substanzen in Absicht auf die Dinge, mit denen sie verbunden sind, besitzen. Die Kraft, womit eine Substanz in der Vereinigung mit andern wirkt, kann nicht ohne ein gewisses Gesetz gedacht werden, welches sich in der Art seiner Wirkung hervorthut. Weil die Art des Gesetzes, nach welchem die Substanzen in einander wirken, auch die Art der Vereinigung und Zusammensetzung vieler derselben bestimmen muss, so wird das Gesetz, nach welchem eine ganze Sammlung Substanzen (das ist ein Raum) abgemessen wird, oder die Dimension der Ausdehnung, von den Gesetzen herrühren, nach welchen die Substanzen vermöge ihrer wesentlichen Kräfte sich zu vereinigen suchen.

Die dreifache Abmessung scheint daher zu rühren, weil die Substanzen in der existirenden Welt so in einander wirken, dass die Stärke der Wirkung sich wie das Quadrat der Weiten umgekehrt verhält.

Diesem zufolge halte ich dafür, dass die Substanzen in der existirenden Welt, wovon wir ein Theil sind, we-

sentliche Kräfte von der Art haben, dass sie in Vereinigung mit einander nach dem doppelten umgekehrten Verhältniss der Weiten ihre Wirkungen von sich ausbreiten; zweitens, dass das Ganze, das daher entspringt, vermöge dieses Gesetzes die Eigenschaft der dreifachen Dimension habe; drittens, dass dieses Gesetz willkührlich sey, und dass Gott dafür ein anderes, zum Exempel des umgekehrten dreifachen Verhältnisses hätte wählen können; dass endlich viertens aus einem andern Gesetze auch eine Ausdehnung von andern Eigenschaften und Abmessungen geflossen wäre. Eine Wissenschaft von allen diesen möglichen Raumesarten wäre unfehlbar die höchste Geometrie, die ein endlicher Verstand unternehmen könnte. Die Unmöglichkeit, die wir bei uns bemerken, einen Raum von mehr als drei Abmessungen uns vorzustellen, scheint mir daher zu rühren, weil unsere Seele ebenfalls nach dem Gesetze des umgekehrten doppelten Verhältnisses der Weiten die Eindrücke von draussen empfängt, und weil ihre Natur selber dazu gemacht ist, nicht allein so zu leiden, sondern auch auf diese Weise ausser sich zu wirken.

§. 11.

Die Bedingung, unter der es wahrscheinlich ist, dass es viel Welten gebe.

Wenn es möglich ist, dass es Ausdehnungen von andern Abmessungen gebe, so ist es auch sehr wahrscheinlich, dass sie Gott wirklich irgendwo angebracht hat. Denn seine Werke haben alle die Grösse und Mannigfaltigkeit, die sie nur fassen können. Räume von dieser Art könnten nun unmöglich mit solchen in Verbindung stehen, die von ganz andern Wesen sind; daher würden dergleichen Räume zu unserer Welt gar nicht gehören, sondern eigene Welten ausmachen müssen. In dem Vorigen habe ich gezeigt, dass mehr Welten im metaphysischen Verstande genommen zusammen existiren könnten, allein hier ist zugleich die Be-

dingung, die, wie mir deucht, die einzige ist, weswegen es auch wahrscheinlich wäre, dass viele Welten wirklich existiren. Denn wenn nur die einzige Raumesart, die nur eine dreifach Abmessung leidet, möglich ist, so würden die andern Welten, die ich ausserhalb derjenigen setze, worin wir existiren, mit der unsrigen dem Raume nach können verbunden werden, weil sie Räume von einerlei Art sind. Daher würde sich's fragen, warum Gott die eine Welt von der andern gesondert habe, da er doch durch ihre Verknüpfung seinem Werke eine grössere Vollkommenheit mitgetheilt haben würde; denn je mehr Verbindung, desto mehr Harmonie und Ubereinstimmung ist in der Welt, da hingegen Lücken und Zertrennungen die Gesetze der Ordnung und der Vollkommenheit verletzen. Es ist also nicht wahrscheinlich, dass viele Welten existiren (ob es gleich an sich möglich ist), es sey denn, dass vielerlei Raumesarten, von denen ich jetzt geredet habe, möglich sind.

Diese Gedanken können der Entwurf zu einer Betrachtung seyn, die ich mir vorbehalte. Ich kann aber nicht leugnen, dass ich sie so mittheile, wie sie mir beifallen, ohne ihnen durch eine längere Untersuchung ihre Gewissheit zu verschaffen. Ich bin daher bereit, sie wieder zu verwerfen, sobald ein reiferes Urtheil mir die Schwäche derselben aufdecken wird.

§. 12.

Einige Metaphysiklehrer behaupten, dass der Körper, vermöge seiner Kraft, sich nach allen Gegenden zur Bewegung bestrebe.

Die neueste Weltweisheit setzt gewisse Begriffe von der wesentlichen Kraft der Körper fest, die nicht allerdings können gebilligt werden. Man nennt dieselbe eine immerwährende Bestrebung zur Bewegung. Ausser dem Fehler, den dieser Begriff, wie ich im Anfange gezeigt

habe, mit sich führt, ist noch ein anderer, von dem ich anjetzt reden will. Wenn die Kraft eine immerwährende Bemühung zum Wirken ist, so wäre es ein offenbarer Widerspruch, wenn man sagen wollte, dass diese Anstrengung der Kraft in Absicht auf die äussern Dinge ganz und gar unbestimmt sey. Denn vermöge ihrer Definition ist sie ja dahin bemüht, ausser sich in andere Dinge zu wirken; ja nach den angenommenen Lehrsätzen der neuesten Metaphysiklehrer wirkt sie wirklich in dieselbe. Es scheinen daher Diejenigen am richtigsten zu reden, die da sagen, dass sie vielmehr nach allen Gegenden gerichtet sey, als dass sie in Absicht auf die Richtung ganz und gar unbestimmt sey. Der berühmte Herr Hamberger behauptet daher, dass die substantielle Kraft der Monaden sich nach allen Gegenden zur Bewegung gleich bestrebe, und sich daher, so wie eine Wage, durch die Gleichheit der Gegendrücke in Ruhe erhalte.

§. 13.

Erster Einwurf gegen diese Meinung.

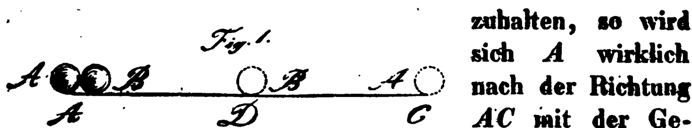
Nach diesem System entsteht die Bewegung, wenn das Gleichgewicht zweier entgegengesetzter Tendenzen gehoben ist, und der Körper bewegt sich nach der Richtung der grössern Tendenz, mit dem Ubermaasse der Kraft, dass diese über die entgegengesetzte kleinere erhalten hat. Diese Erklärung befriedigt die Einbildungskraft noch zwar in dem Falle, da der bewegende Körper mit dem bewegten immer zugleich fortrückt. Denn dieser Fall ist demjenigen ähnlich, da Jemand mit der Hand eine von zwei gleichwiegenden Wagschalen unterstützt, und hierdurch die Bewegung der andern verursacht. Allein ein Körper, dem seine Bewegung durch einen Stoss mitgetheilt worden, setzt dieselbe ins Unendliche fort, ungeachtet die antreibende Gewalt aufhört auf ihn zu wirken. Nach dem angeführten Lehrgebäude aber würde er seine Bewegung

nicht fortsetzen können, sondern, sobald der antreibende Körper abliesse auf ihn zu wirken, würde er auch plötzlich in Ruhe gerathen. Denn weil die nach allen Gegenden gerichteten Tendenzen, der Kraft des Körpers, von seiner Substanz unzertrennlich sind, so wird das Gleichgewicht dieser Neigungen sich den Augenblick wieder herstellen, sobald die äusserliche Gewalt, die sich der einen Tendenz entgegen gesetzt hatte, zu wirken aufhört.

§. 14.

Zweiter Einwurf gegen dieselbe Meinung.

Es ist dieses aber nicht die einzige Schwierigkeit. Weil ein Ding durchgängig bestimmt seyn muss, so wird die Bestrebung zur Bewegung, welche die Substanzen nach allen Gegenden ausüben, einen gewissen Grad der Intensität haben müssen. Denn unendlich kann sie nicht seyn; allein eine endliche Bemühung zum Wirken, ohne eine gewisse Grösse der Anstrengung, ist unmöglich: daher weil der Grad der Intensität endlich und bestimmt ist, so setze man: dass ein Körper *A* von gleich grosser Masse gegen ihn mit einer Gewalt anlaufe, die drei Mal stärker ist, als alle die Bemühung zur Bewegung, die dieser in der wesentlichen Kraft seiner Substanz hat, so wird er dem anlaufenden nur den dritten Theil seiner Geschwindigkeit durch seine *vim inertiae* benehmen können: er wird aber auch selbst keine grössere Geschwindigkeit erlangen, als die dem Dritttheil von der Geschwindigkeite des bewegenden Körpers gleich ist. Nach verrichtetem Stosse also wird *A* als der anlaufende Körper sich mit zwei Graden Geschwindigkeit, *B* aber nur mit einem Grade in eben derselben Richtung fortbewegen sollen. Weil nun *B* dem Körper *A* im Wege steht, und so viele Geschwindigkeit nicht annimmt, als er nöthig hat, damit er der Bewegung des Körpers *A* nicht hinderlich sey, weil er dessen ungeachtet diese seine Bewegung doch nicht vermögend ist auf-



zuhalten, so wird sich *A* wirklich nach der Richtung *AC* mit der Geschwindigkeit 2, *B* aber, welches dem Körper *A* im Wege ist, nach eben dieser Richtung mit der Geschwindigkeit wie 1 bewegen, beiderseits Bewegungen aber werden dennoch ungehindert vor sich gehen. Dieses ist aber unmöglich, es sey denn, dass man setzen wollte, *B* würde von *A* durchdrungen, welches aber eine metaphysische Ungereimtheit ist *.

§. 15.

Doppelte Eintheilung der Bewegung.

Es ist Zeit, dass ich diese metaphysische Vorbereitung endige. Ich kann aber nicht umhin, noch eine Anmerkung beizufügen, die ich zum Verstande des Folgenden für unentbehrlich halte. Die Begriffe von dem todten Drucke und von dem Maasse desselben, die in der Mechanik vorkommen, setze ich bei meinen Lesern voraus, und überhaupt werde ich in diesen Blättern keine vollständige Abhandlung von allem Dem, was zu der Lehre der lebendigen und todten Kräfte gehört vortragen; sondern nur einige geringe Gedanken entwerfen, die mir neu zu seyn scheinen, und meiner Hauptabsicht beförderlich sind, das Leibnitzische Kräftemaass zu verbessern. Daher theile ich alle Bewegungen in zwei Hauptarten ein. Die eine hat die Eigenschaft, dass sie sich in dem Körper, dem sie mitgetheilt worden, selber erhält, und ins Unendliche fortdauert, wenn kein Hinderniss

* Man begreift dieses noch deutlicher, wenn man erwägt, dass der Körper *A* nach verrichtetem Stosse werde in *C* seyn, wenn *B* den Punct *D*, der die Linie *AC* auf die Hälfte theilt, noch nicht überschritten hat; mithin werde jener diesen haben durchdringen müssen, denn sonst hätte er vor ihm keinen Vorsprung erlangen können.

sich entgegen setzt. Die andere ist eine immerwährende Wirkung einer stets antreibenden Kraft, bei der nicht einmal ein Widerstand nöthig ist, sie zu vernichten, sondern die nur auf der äusserlichen Kraft beruht, und eben sobald verschwindet, als diese aufhört sie zu erhalten. Ein Exempel von der ersten Art sind die geschossenen Kugeln und alle geworfenen Körper; von der zweiten Art ist die Bewegung einer Kugel, die von der Hand sachte fortgeschoben wird, oder sonst alle Körper, die getragen, oder mit mässiger Geschwindigkeit gezogen werden.

§. 16.

Die Bewegung von der ersten Art ist vom todten Drucke nicht unterschieden.

Man begreift leicht, ohne sich in eine tiefe Betrachtung der Metaphysik einzulassen, dass die Kraft, die sich in der Bewegung von der ersten Art äussert, in Vergleichung der Kraft von dem zweiten Geschlechte, etwas Unendliches hat. Denn diese vernichtet sich zum Theile selber, und hört von selbst plötzlich auf, sobald sich die antreibende Kraft entzieht; man kann sie daher ansehen, als wenn sie jeden Augenblick verschwinde, aber auch eben so oft wieder erzeugt werde. Da hingegen jene eine innerliche Quelle einer an sich unvergänglichen Kraft ist, die in einer fortdauernden Zeit ihre Wirkung verrichtet. Sie verhält sich also zu jener wie ein Augenblick zur Zeit, oder wie der Punct zur Linie. Es ist daher eine Bewegung von dieser Art von dem todten Drucke nicht unterschieden, wie Herr Baron **Wolf** in seiner Kosmologie schon angemerkt hat.

§. 17.

Die Bewegung von der zweiten Art setzt eine Kraft voraus, die sich wie das Quadrat der Geschwindigkeit verhält.

Weil ich von der Bewegung eigentlich reden will, die sich in einem leeren Raume in Ewigkeit von selbst erhält, so will ich mit Wenigem die Natur derselben, nach den Begriffen der Metaphysik, ansehen. Wenn ein Körper, in freier Bewegung, in einem unendlich subtilen Raume läuft, so kann seine Kraft nach der Summe aller der Wirkungen, die er in Ewigkeit thut, abgemessen werden. Denn wenn dieses Aggregat seiner ganzen Kraft nicht gleich wäre, so würde man, um eine Summe zu finden, die der ganzen Intensität der Kraft gleich sey, eine längere Zeit nehmen müssen, als die unendliche Zeit ist, welches ungereimt ist. Man vergleiche nun zwei Körper *A* und *B*, von denen *A* eine Geschwindigkeit wie 2, *B* aber eine solche wie 1 hat, so drückt *A*, von dem Anfange seiner Bewegung an, in Ewigkeit, die unendlich kleinen Massen des Raumes, den er durchläuft, mit doppelt mehr Geschwindigkeit, als *B*; allein er legt auch in dieser unendlichen Zeit einen zwei Mal grösseren Raum zurück, als *B*, also ist die ganze Grösse der Wirkung, welche *A* verrichtet, dem Product aus der Kraft, womit er den kleinen Theilen des Raumes begegnet, in die Menge dieser Theile, proportionirt, und eben so ist es mit der Kraft von *B* beschaffen. Nun sind beider ihre Wirkungen, in die kleinen Moleculas des Raumes, ihren Geschwindigkeiten proportionirt, und die Menge dieser Theile sind ebenfalls wie die Geschwindigkeiten, folglich ist die Grösse der ganzen Wirkung eines Körpers zu der ganzen Wirkung des andern, wie das Quadrat ihrer Geschwindigkeiten, und also sind ihre Kräfte auch in diesem Verhältniss *.

---

* Weil ich in dieser Schrift eigentlich der Meinung des Herrn von Leibnitz gewisse Einwürfe entgegen setzen will, so scheint es, dass ich

§. 18.

Zweiter Grund hiervon.

Zum bessern Begriff dieser Eigenschaft der lebendigen Kräfte kann man auf Dasjenige zurück denken, was im 16. Paragraphen gesagt worden. Die todten Drucke können nichts mehr als die einfache Geschwindigkeit zum Maasse haben, denn weil ihre Kraft auf den Körpern, die sie ausüben, selber nicht beruht, sondern durch eine äussere Gewalt verrichtet wird, so hat der Widerstand, der dieselbe überwältigt, nicht in Absicht auf die Stärke, mit der sich diese Kraft in dem Körper zu erhalten sucht, eine gewisse besondere Bemühung nöthig (denn die Kraft ist in der wirkenden Substanz auf keinerlei Weise eingewurzelt und bemüht, sich in derselben zu erhalten), sondern sie hat nur die einzige Geschwindigkeit zu vernichten nöthig, die der Körper gebraucht, den Ort zu verändern. Allein mit der lebendigen Kraft ist es ganz anders. Weil der Zustand, in welchem die Substanz sich befindet, indem sie in freier Bewegung mit einer gewissen Geschwindigkeit fortläuft, sich auf die innerlichen Bestimmungen vollkommen gründet; so ist dieselbe Substanz zugleich dahin bemüht, sich in diesem Zustande zu erhalten. Der äusserliche Widerstand also muss zugleich neben der Kraft, die er braucht, der Geschwindigkeit dieses Körpers die Wage zu halten, noch eine besondere Gewalt haben, die Bestrebung zu brechen, mit der die innerliche Kraft des Körpers angestrengt ist, in sich diesen Zustand der Bewegung zu erhalten, und die ganze Stärke des Widerstandes, der die Körper, die in freier Bewegung sich befinden, in Ruhe versetzen soll, muss also in zusammengesetztem

---

mir selber widerspreche, da ich in diesem Paragraphen einen Beweis zur Bestätigung seiner Meinung darbiete. Allein in dem letzten Capitel werde ich zeigen, dass des Herrn von Leibnitz Meinung, wenn sie nur auf gewisse Weise eingeschränkt wird, wirklich statt habe.

Verhältniss seyn, aus der Proportion der Geschwindigkeit und der Kraft, womit der Körper bemüht ist, diesen Zustand der Bemühung in sich zu erhalten; d. i. weil beide Verhältnisse einander gleich sind, so ist die Kraft, die der Widerstand bedarf, wie das Quadrat der Geschwindigkeit der anlaufenden Körper.

§. 19.

Ich darf mir nicht versprechen, etwas Entscheidendes und Unwidersprechliches in einer Betrachtung zu erlangen, die blos metaphysisch ist, daher wende ich mich zu dem folgenden Capitel, welches durch die Anwendung der Mathematik vielleicht mehr Ansprüche auf die Überzeugung wird machen können. Unsere Metaphysik ist wie viele andere Wissenschaften in der That nur an der Schwelle einer recht gründlichen Erkenntniss; Gott weiss, wenn man sie selbige wird überschreiten sehen. Es ist nicht schwer, ihre Schwäche in Manchem zu sehen, was sie unternimmt. Man findet sehr oft das Vorurtheil als die grösste Stärke ihrer Beweise. Nichts ist mehr hieran Schuld, als die herrschende Neigung Derer, die die menschliche Erkenntniss zu erweitern suchen. Sie wollten gern eine grosse Weltweisheit haben; allein es wäre zu wünschen, dass es auch eine gründliche seyn möchte. Es ist einem Philosophen fast die einzige Vergeltung für seine Bemühung, wenn er nach einer mühsamen Untersuchung sich endlich in dem Besitze einer recht gründlichen Wissenschaft beruhigen kann. Daher ist es sehr viel von ihm zu verlangen, dass er nur selten seinem eigenen Beifall traue, dass er in seinen eigenen Entdeckungen die Unvollkommenheiten nicht verschweige, die er zu verbessern nicht im Stande ist, und dass er niemals so eitel sey, dem Vergnügen, das die Einbildung von einer gründlichen Wissenschaft macht, den wahren Nutzen der Erkenntniss hintan zu

setzen. Der Verstand ist zum Beifalle sehr geneigt, und es ist freilich sehr schwer, ihn lange zurückzuhalten; allein man sollte sich doch endlich diesen Zwang anthun, um einer gegründeten Erkenntniss Alles aufzuopfern, was eine weitläufige Reizendes an sich hat.

Zweites Hauptstück.

Untersuchung der Lehrsätze der Leibnitz'schen Partei von den lebendigen Kräften.

§. 20.

Ich finde in der Abhandlung, die Herr Bülfinger der Petersburgischen Akademie überreicht hat, eine Betrachtung, der ich mich jederzeit als einer Regel in der Untersuchung der Wahrheiten bedient habe. Wenn Männer von gutem Verstande, bei denen entweder auf keinem oder auf beiden Theilen die Vermuthung fremder Absichten zu finden ist, ganz wider einander laufende Meinungen behaupten, so ist es der Logik der Wahrscheinlichkeiten gemäss, seine Aufmerksamkeit am meisten auf einen gewissen Mittelsatz zu richten, der beiden Parteien in gewissem Maasse Recht lässt.

§. 21.

Ich weiss nicht, ob ich sonst in dieser Art zu denken bin glücklich gewesen, allein in der Streitsache von den lebendigen Kräften hoffe ich es zu seyn. Niemals hat sich die Welt in gewisse Meinungen gleicher getheilt als in denen, die das Kräftemaass der bewegten Körper betreffen. Die Parteien sind allem Ansehen nach gleich stark und gleich billig. Es können sich freilich fremde Absichten mit einmischen, allein von welcher Partei sollte

man sagen können, dass sie hiervon ganz frei wäre? Ich wähle also den sichersten Weg, indem ich eine Meinung ergreife, wobei beide grosse Parteien ihre Rechnung finden.

§. 22.

Leibnitz's und Cartesius's Schätzung der Kräfte.

Die Welt hatte vor Leibnitz dem einzigen Satze des Cartesius gehuldigt, der überhaupt den Körpern, auch denen, die sich in wirklicher Bewegung befinden, zum Maasse ihrer Kraft nur die blossen Geschwindigkeiten ertheilte. Niemand liess es sich beifallen, dass es möglich wäre, in dasselbe einen Zweifel zu setzen; allein Leibnitz brachte die menschliche Vernunft durch die Verkündigung eines neuen Gesetzes plötzlich in Empörung, welches nach der Zeit eins von denen geworden ist, die den Gelehrten den grössten Wettstreit des Verstandes dargeboten haben. Cartesius hatte die Kräfte der bewegten Körper nach den Geschwindigkeiten schlechthin geschätzt, allein der Herr von Leibnitz setzte zu ihrem Maasse das Quadrat ihrer Geschwindigkeit. Diese seine Regel trug er nicht, wie man denken sollte, nur unter gewissen Bedingungen vor, die der vorigen annoch einigen Platz verstatten; nein, sondern er leugnete Cartesius's Gesetz absolut und ohne Einschränkung, und setzte das seinige sofort an dessen Stelle.

§. 23.

Erster Fehler des Leibnitz'schen Kräftemaasses.

Es sind eigentlich zwei Stücke, die ich an des Herrn von Leibnitz Regel auszusetzen finde. Dasjenige, wovon ich jetzt handeln werde, zieht in der Sache der lebendigen Kräfte keine Folgen von Wichtigkeit nach sich; man kann es aber dennoch nicht unterlassen anzumerken, damit bei einem so grossen Satze nichts versäumt werde,

was ihn von allen kleinen Vorwürfen, die man ihm etwa machen möchte, befreien kann.

Das Leibnitz'sche Kräftemaass ist jederzeit in dieser Formel vorgetragen worden: wenn ein Körper in wirklicher Bewegung begriffen ist, so ist seine Kraft wie das Quadrat seiner Geschwindigkeit. Also ist, nach diesem Satze, das Kennzeichen von diesem Maasse der Kraft nichts als die wirkliche Bewegung. Es kann aber ein Körper sich wirklich bewegen, obgleich seine Kraft nicht grösser ist, als diejenige, die er etwa mit dieser Anfangs-Geschwindigkeit blos durch den Druck ausüben würde. Ich habe dieses in dem vorigen Capitel schon erwiesen, und wiederhole es nochmals. Eine Kugel, die ich auf einer glatten Fläche ganz sachte fortschiebe, hört sogleich auf, sich ferner zu bewegen, wenn ich die Hand abziehe. Es verschwindet also in einer solchen Bewegung die Kraft des Körpers alle Augenblicke; sie wird aber eben so oft durch einen neuen Druck wieder hergestellt. In demselben Augenblicke also, da der Körper den Gegenstand antrifft, ist ihm seine Kraft nicht von der vorigen Bewegung noch eigen, nein, diese ist schon alle vernichtet, nur diejenige Kraft besitzt er, welche ihm die antreibende Gewalt in eben diesem Augenblicke mittheilt, da er den Gegenstand berührt. Man kann ihn also ansehen, als wenn er sich gar nicht bewegt hätte, und als wenn er den Widerstand blos im Ruhestande drückte. Ein solcher Körper ist mithin von demjenigen nicht unterschieden, der einen todten Druck ausübt, und daher ist seine Kraft nicht wie das Quadrat seiner Geschwindigkeit, sondern wie die Geschwindigkeit schlechthin. Dieses ist also die erste Einschränkung, die ich dem Leibnitz'schen Gesetze mache. Er hätte nicht eine wirkliche Bewegung allein als das Kennzeichen der lebendigen Kraft angeben sollen, es war auch nöthig, eine freie Bewegung hinzuzusetzen. Denn wenn die Bewegung nicht frei ist, so hat der Körper niemals eine lebendige Kraft. Nach dieser Bestimmung wird das Leibnitz'sche Gesetz, wo es sonst

nur richtig ist, in dieser Formel erscheinen müssen: ein Körper, der sich in wirklicher und freier Bewegung befindet, hat eine Kraft, die dem Quadrat etc. etc.

§. 24.

Was eine wirkliche Bewegung sey.

Nunmehr mache ich die zweite Anmerkung, die uns die Quellen des berüchtigten Streites entdecken wird, und die vielleicht auch das einzige Mittel darbietet, denselben wieder beizulegen.

Die Vertheidiger von der neuen Schätzung der lebendigen Kräfte sind hierin noch mit den Cartesianern einig, dass die Körper, wenn ihre Bewegung nur im Anfange ist, eine Kraft besitzen, die sich wie ihre blosse Geschwindigkeit verhalte. Allein sobald man die Bewegung wirklich nennen kann, so hat der Körper, ihrer Meinung nach, das Quadrat der Geschwindigkeit zum Maasse.

Lasst uns nun untersuchen, was eigentlich eine wirkliche Bewegung sey. Denn dieses Wort war die Ursache des Abfalls von Cartesius, allein vielleicht kann sie auch eine Ursache der Wiedervereinigung werden.

Man nennt eine Bewegung alsdann wirklich, wenn sie sich nicht blos in dem Puncte des Anfangs befindet, sondern wenn, indem sie währt, eine Zeit verflossen ist. Diese verflossene Zeit, die zwischen dem Anfange der Bewegung und dem Augenblicke, darin der Körper wirkt, dazwischen ist, die macht es eigentlich, dass man die Bewegung wirklich nennen kann.

Man merke aber wohl, dass diese Zeit* nicht Etwas von gesetzter und gemessener Grösse sey, sondern dass sie gänzlich undeterminirt ist, und nach Belieben kann be-

* In der Formel des Leibnitz'schen Kräftemaasses.

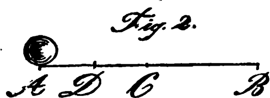
stimmt werden. Das heisst: man kann sie annehmen, so klein man will, wenn man sie dazu brauchen soll, eine wirkliche Bewegung damit anzuzeigen. Denn es ist nicht die und die Grösse der Zeit, welche die Bewegung eigentlich wirklich macht, nein, die Zeit überhaupt ist es, sie sey so klein, oder so gross, wie sie wolle.

§. 25.

Zweiter Hauptfehler des Leibnitz'schen Kräftemaasses.

Demnach ist die in der Bewegung aufgewandte Zeit der wahre und einzige Charakter der lebendigen Kraft; und sie allein ist es, wodurch diese ein besonderes Maass für die todte erhält.

Lasst uns nun die Zeit, die von dem Anfange der Bewegung an verfliesst, bis der Körper einen Gegenstand antrifft, auf den er wirkt, durch die Linie *AB* vorstellig machen, wovon der Anfang in *A* ist. In *B* hat der Körper also eine lebendige Kraft, aber im Anfangspuncte *A* hat er sie nicht, denn daselbst würde er einen Widerhalt, der ihm entgegen stünde, blos mit einer Bemühung zur Bewegung drücken. Lasst uns aber ferner folgender Gestalt schliessen.



Erstens ist die Zeit *AB* eine solche Bestimmung des Körpers, der sich in *B* befindet, wodurch in ihn eine lebendige Kraft gesetzt wird, und der Anfangspunct *A* (wenn ich nämlich den Körper in denselben setze) ist eine Bestimmung, die ein Grund der todten Kraft ist.

Zweitens. Wenn ich in Gedanken diese Bestimmung, die durch die Linie *AB* ausgedrückt wird, kleiner mache; so setze ich den Körper dem Anfangspuncte näher, und es lässt sich leicht verstehen, dass wenn ich dieses fortsetzte, der Körper endlich sich gar in *A* selbst befinden würde;

folglich wird die Bestimmung *AB* durch ihre Abkürzung der Bestimmung in *A* immer näher gesetzt werden; denn wenn sie sich dieser gar nicht näherte, so könnte der Körper durch die Abkürzung der Zeit, wenn ich sie gleich unendlich fortsetzte, doch niemals den Punct *A* gewinnen, welches ungereimt ist. Es kommt also die Bestimmung des Körpers in *C* den Bedingungen der todten Kraft näher, als in *B*, in *D* noch näher als in *C*, und so ferner, bis er in *A* selber alle Bedingungen der todten Kraft hat, und die Bedingungen zur lebendigen gänzlich verschwunden sind. Wenn aber

drittens gewisse Bestimmungen, die die Ursache einer Eigenschaft eines Körpers sind, sich nach und nach in andere Bestimmungen verwandeln, die ein Grund einer entgegengesetzten Eigenschaft sind, so muss die Eigenschaft, die eine Folge der ersteren Bedingungen war, sich zugleich mit ändern, und sich nach und nach in diejenige Eigenschaft verwandeln, die eine Folge der letztern ist*. Da nun, wenn ich die Zeit *AB* (die eine Bedingung einer lebendigen Kraft in *B* ist) in Gedanken abkürze, diese Bedingung der lebendigen Kraft der Bedingung der todten Kraft nothwendig näher gesetzt wird, als sie in *B* war; so muss auch der Körper in *C* wirklich eine Kraft haben, die der todten näher kommt, als die in *B*, und noch näher, wenn ich ihn in *D* setzte. Es hat demnach ein Körper, der unter der Bedingung der verflossenen Zeit eine lebendige Kraft besitzt, dieselbe nicht in jedweder Zeit, die so kurz seyn kann, als man will, nein, sie muss determinirt und gewiss seyn, denn wenn sie kürzer wäre, so würde er diese lebendige Kraft nicht mehr haben. Es kann also Leibnitz's Gesetz von der Schätzung der Kräfte nicht stattfinden; denn es legt den Körpern, die sich überhaupt eine Zeit lang bewegt haben (dies will so viel sagen, als die sich wirklich bewegen), ohne Unterschied

* Nach der Regel *posita ratione ponitur rationatum.*

eine lebendige Kraft bei, diese Zeit mag nun so kurz oder so lang seyn, wie man wolle*.

§. 26.

Beweis eben desselben aus dem Gesetze der Continuität.

Was ich jetzt erwiesen habe, ist eine ganz genaue Folge aus dem Gesetze der Continuität, dessen weitläufigen Nutzen man vielleicht noch nicht genug hat kennen gelernt. Der Herr von Leibnitz, der Erfinder desselben, machte ihn zum Probierstein, an dem die Gesetze des Cartesius die Probe nicht hielten. Ich halte es für den grössten Beweis seiner Vortrefflichkeit, dass er fast allein ein Mittel darbietet, das berufenste Gesetz der ganzen Mechanik recht aufzudecken und in der wahren Gestalt zu zeigen.

Man darf nur seine Aufmerksamkeit auf die Art und Weise richten, wie Herr von Leibnitz sich dieses Grundsatzes gegen Cartesius bedient hat, so wird man leicht wahrnehmen, wie er hier müsse angewandt werden. Er beweist, diejenige Regel, die da statt hat, wenn ein Körper gegen einen stösst, der in Bewegung ist, müsse auch bleiben, wenn er wider einen anläuft, der in Ruhe ist; denn die Ruhe ist von einer sehr kleinen Bewegung nicht unter-

---

* Der kurze Inhalt dieses Beweises ist folgender: die Zeit, die sich zwischen dem Anfange der Bewegung und dem Augenblicke, darin der Körper anstösst, befindet, kann so viel kürzer gedacht werden, als beliebig ist, ohne dass sich dadurch verstehen lässt, dass die Bedingung der lebendigen Kraft sich dadurch verlieren werde, §. 24; nun ist aber diese Abkürzung ein Grund, woraus verstanden werden kann, dass, wenn man sie fortsetzte, der Körper endlich werde im Anfangspuncte seyn, wo die lebendige Kraft sich wirklich verliert und dagegen die Bedingung zur todten sich einfindet; es ist also die Verkleinerung dieser Zeit kein Grund, der der Bedingung der lebendigen Kraft etwas entzieht, und ist doch zugleich ein Grund hierzu, welches sich widerspricht.

schieden. Was da gilt, wenn ungleiche Körper gegen einander laufen, das muss auch gelten, wenn die Körper gleich sind; denn eine sehr kleine Ungleichheit kann mit der Gleichheit verwechselt werden.

Auf diese Weise schliesse ich auch: was da überhaupt gilt, wenn ein Körper sich eine Zeit lang bewegt hat, das muss auch gelten, wenn gleich nur die Bewegung im Anfange ist, denn eine sehr kleine Dauer der Bewegung ist von dem blossen Anfange derselben nicht unterschieden, oder man kann sie füglich verwechseln. Hieraus folgere ich: wenn der Körper überhaupt alsdann eine lebendige Kraft hat, wenn er sich eine Zeit lang (sie sey so kurz, als man will) bewegt hat, so muss er sie auch haben, wenn er sich erst anfängt zu bewegen. Denn es ist einerlei, ob er eben erst anfängt, oder etwa schon eine ungemein kleine Zeit fortfährt, sich zu bewegen. Und also schliesse ich: weil aus dem Leibnitz'schen Gesetze der Kräfteschätzung diese Ungereimtheit folgt, dass selbst im Anfangspuncte der Bewegung die Kraft lebendig seyn würde, so könne man ihm nicht beipflichten.

Es ist leicht wahrzunehmen, wie sehr sich der Verstand dawider setzt, wenn dieses Gesetz ihm in dem rechten Lichte der Deutlichkeit vorgelegt wird. Es ist unmöglich, sich zu überreden, dass ein Körper, der im Puncte *A* eine todte Kraft hat, eine lebendige, die unendliche Male grösser ist, als die todte, haben sollte, wenn er sich nur um eine unmerklich kleine Linie von diesem Puncte entfernt hat. Dieser Sprung der Gedanken ist zu plötzlich, es ist kein Weg, der uns von der einen Bestimmung zur andern überführt.

§. 27.

Die in der Bewegung verflossene Zeit, mithin auch die Wirklichkeit der Bewegung, ist nicht die wahre Bedingung, unter der dem Körper eine lebendige Kraft zukommt.

Man habe wohl auf das acht, was hieraus fliesst. Die verflossene Zeit, wenn sie undeterminirt vorgetragen wird, kann keine Bedingung zur lebendigen Kraft seyn, und dies habe ich vorher erwiesen; aber wenn sie gleich determinirt und auf eine gewisse Grösse eingeschränkt vorgetragen wird, so kann sie doch nicht die eigentliche Bedingung der lebendigen Kraft abgeben, und dieses beweise ich jetzt folgendergestalt.

Gesetzt, man könnte erweisen, dass ein Körper, der diese Geschwindigkeit hat, nach einer Minute eine lebendige Kraft haben werde, und dass diese Minute diejenige Bedingung sey, unter der ihm diese Kraft zukommt, so würde, wenn die Grösse dieser Zeit verdoppelt würde, alles dasjenige in dem Körper doppelt seyn, was vorher, nur einzeln genommen, in ihn schon eine lebendige Kraft setzte. Es setzte aber die Grösse der ersten Minute zu der Kraft des Körpers eine neue Dimension hinzu *(per hypothesin)*; also wird die Grösse von zwei Minuten, weil sie die Bedingungen, die die erstere in sie enthielte, verdoppelt in sich begreift, zu der Kraft des Körpers eine Dimension mehr hinzu setzen. Der Körper also, der seine Bewegung frei fortsetzt, wird im Anfangspuncte derselben zwar nur eine Kraft von einer Dimension, und nach Verfliessung einer Minute eine Kraft von zwei Abmessungen haben; allein bei der zweiten Minute hat seine Kraft drei Abmessungen, bei der dritten vier, bei der vierten fünf und so ferner. Das heisst: seine Kraft wird bei einförmiger Bewegung bald die Geschwindigkeit schlechthin, bald das Quadrat derselben, bald den Würfel, bald das Quadratoquadrat u. s. w., zum Maasse haben, welches solche

Ausschweifungen sind, die Niemand unternehmen wird, zu vertheidigen.

Man darf an der Richtigkeit dieser Schlüsse nicht zweifeln. Denn wenn man verlangt, dass eine Zeit von bestimmter Grösse, die von dem Anfange der Bewegung eines Körpers bis zu einem gewissen Puncte verfliesst, die Bedingungen der lebendigen Kraft ganz und gar in sich fasse, so kann man auch nicht leugnen, dass in einer zwei Mal grösseren Zeit auch zwei Mal mehr von diesen Bedingungen seyn würden, denn die Zeit hat keine andern Bestimmungen, als ihre Grösse. Und wenn daher eine einfache Zeit der zureichende Grund ist, eine neue Dimension in die Kraft eines Körpers hineinzubringen, so wird eine zwiefache Zeit zwei solcher Dimensionen setzen (nach der Regel: *rationata sunt in proportione rationum suarum*). Man kann noch hinzusetzen, dass die Zeit nur deswegen eine Bedingung zur lebendigen Kraft seyn konnte, weil der Körper bei der Verfliessung derselben sich von der Bedingung der todten, welche in dem Anfangsaugenblicke besteht, entfernt, und deswegen diese Zeit eine bestimmte Grösse haben müsse, weil er in weniger Zeit sich von den Bestimmungen der todten Kraft nicht genugsam entfernt haben würde, als es die Grösse einer lebendigen Kraft erfordert. Da er sich nun in einer grössern Zeit von dem Anfangsaugenblicke, d. i. von der Bedingung der todten Kraft, immer weiter entfernt, so müsste die Kraft des Körpers ins Unendliche, je länger er sich bewegt, auch bei seiner einförmigen Geschwindigkeit immer mehr und mehr Abmessungen erlangen, welches ungereimt ist.

Es ist also erstens die Abwesenheit der Wirklichkeit der Bewegung nicht die wahre und rechte Bedingung, welche der Kraft eines Körpers die Schätzung der schlechten Geschwindigkeit zueignet.

Zweitens, weder die Wirklichkeit der Bewegung überhaupt und die damit verknüpfte allgemeine und unbestimmte Betrachtung der ver-

flossenen Zeit, noch die bestimmte und gesetzte Grösse der Zeit, ist ein zureichender Grund der lebendigen Kraft und der Schätzung derselben nach dem Quadrat.

§. 28.

Die Mathematik kann die lebendigen Kräfte nicht erweisen.

Wir wollen aus dieser Betrachtung zwei Folgen von Wichtigkeit ziehen.

Die erste ist: dass die Mathematik niemals einige Beweise zum Vortheil der lebendigen Kräfte darbieten könne, und dass eine auf diese Weise geschätzte Kraft, wenn sie sonst gleich statt hat, dennoch zum wenigsten ausserhalb des Gebietes der mathematischen Betrachtung sey. Jedermann weiss es, dass, wenn man in dieser Wissenschaft die Kraft eines mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegten Körpers schätzen will, man an keinen bestimmten Augenblick, der in der Bewegung verflossenen Zeit, gebunden sey, sondern dass, in Absicht auf diese Einschränkung, Alles unbestimmt und gleichgültig sey. Es ist also die Schätzung der Kraft bewegter Körper, die die Mathematik darreicht, von der Art, dass sie sich über alle Bewegungen überhaupt erstreckt, die Zeit, die darüber verflossen ist, mag so kurz seyn, wie man wolle, und dass sie uns hierin gar keine Grenzen setzt. Eine Schätzung von der Art aber geht auch auf die Bewegung der Körper, die im Anfange ist, §. 25, 26, und die also todt ist und die schlechte Geschwindigkeit zu ihrem Maasse hat. Und da die lebendigen Kräfte mit den todten zugleich unter einerlei Schätzung nicht begriffen seyn können, so sieht man leicht, dass die ersteren von einer mathematischen Betrachtung gänzlich ausgeschlossen sind.

Überdies betrachtet die Mathematik in der Bewegung eines Körpers nichts als die Geschwindigkeit, die Masse,

und noch etwa die Zeit, wenn man sie dazu nehmen wollte. Die Geschwindigkeit ist niemals ein Grund der lebendigen Kraft; denn der Körper, wenn er gleich nach der Meinung der Leibnitzianer eine lebendige Kraft besässe, würde sie doch nicht in allen Augenblicken seiner Bewegung haben können, sondern es würde eine Zeit nach dem Anfange derselben seyn, darin er sie noch nicht hätte, ob in ihm gleich alle Geschwindigkeit schon vorhanden wäre, §. 25, 26. Die Masse ist noch viel weniger ein Grund zu derselben. Endlich haben wir eben Dasselbe auch von der Zeit erwiesen. Es hat also die Bewegung eines jeden Körpers, besonders genommen, nichts in sich, was in einer mathematischen Erwägung eine ihr beiwohnende lebendige Kraft anzeigte. Weil nun alle Schlüsse, die man von demjenigen macht, was ein Körper thut, der in Bewegung ist, aus den Notionen müssen hergeleitet werden, die in der Betrachtung der Geschwindigkeit, der Masse und der Zeit begriffen sind, so werden sie, wenn sie richtig herausgezogen sind, keine Folgerungen darbieten, die die lebendigen Kräfte festsetzen. Und wenn es scheint, dass sie ihnen diesen Dienst leisten, so traue man diesem Scheine nicht, denn es würde alsdann in den Folgerungen mehr enthalten seyn, als die Grundsätze in sich fassten, d. i. das *rationatum* würde grösser seyn als seine *ratio.*

Nach so vielfältigen und grossen Bemühungen, die sich die Geometer dieser beiden Jahrhunderte gemacht haben, die Streitsache des Cartesius und des Herrn von Leibnitz durch die Lehren der Mathematik abzuthun, scheint es sehr seltsam zu seyn, dass ich anfange, dieser Wissenschaft die Entscheidung derselben abzusprechen. Man hat zwar eine Zeit her gestritten, ob diese Wissenschaft Cartesius's Gesetzen günstig sey, oder ob sie die Partei des Herrn von Leibnitz vertheidige. Allein bei diesem Zwiespalte ist Jedermann darin einig, dass man es, um die Streitfrage der Kräfteschätzung recht aufzulösen, auf den Ausspruch der Mathematik müsse ankommen lassen. Es ist wunderbar genug, dass so grosse Schlusskünstler auf

solche Abwege gerathen seyn sollten, ohne wahrzunehmen, oder auch nur daran zu gedenken, ob dieses auch der Weg sey, der sie zum Besitz der Wahrheit führen könne, welcher sie nachgespürt haben. Allein hier dünkt mich, dass ich Gründe finde, die mich nöthigen, alles das Wunderbare in den Wind zu schlagen, und wohin sollte ich mich nach ihrem Ausspruche weiter wenden?

Die Mathematik bestätigt schon ihrer Natur nach Cartesius's Gesetze.

Die zweite Folge, die ich aus den vorhergehenden Betrachtungen ziehe, ist diese: dass die Gründe der Mathematik, anstatt den lebendigen Kräften günstig zu seyn, vielmehr Cartesius's Gesetze immer bestätigen werden. Dieses muss aus den Sätzen dieses Paragraphen schon klar seyn, und ich kann noch hinzusetzen, dass die mathematischen Grössen, die Linien, Flächen u. s. w., eben dieselben Eigenschaften haben, wenn sie noch so klein sind, als wenn sie wer weiss was für eine Grösse haben, und daher aus den kleinsten mathematischen Grössen, aus den kleinsten Parallelogrammen, aus dem Fall eines Körpers durch die kleinste Linie, eben dieselben Eigenschaften und Folgerungen müssen hergeleitet werden können, als dem grössesten von diesen Gattungen. Wenn nun eine Linie, die eine Bewegung anzeigt, wie sie alsbald nach dem Anfange beschaffen ist, eben dieselben Bestimmungen und Eigenschaften, auch eben dieselben Folgerungen hat, als diejenige Linie, die eine Bewegung lange nach dem Anfange andeutet, so wird die Kraft, die man in einer mathematischen Betrachtung der Bewegung eines Körpers herausbringt, niemals andere Eigenschaften haben, als diejenige hat, die auch in der kleinsten Zeit, das ist in einer unendlich kleinen Zeit, von dem Anfangsaugenblicke an in dem Körper vorhanden ist. Da dieses nun eine todte Kraft ist, und daher das Maass der schlechten Geschwindigkeit an sich hat, so werden alle und jede

mathematisch erwogenen Bewegungen keine andere Schätzung als einzig und allein die nach der blossen Geschwindigkeit darlegen.

§. 29.

Wir wissen demnach, noch ehe wir uns in eine nähere Untersuchung der Sache einlassen, dass Leibnitz's Anhänger, weil sie sich mit solchen Waffen vertheidigen wollen, die von der Natur ihrer Sache weit entfernt sind, in dem berüchtigten Streite wider Cartesius unterliegen werden. Nach dieser allgemeinen Betrachtung wollen wir die Beweise insbesondere in Erwägung ziehen, deren sich Leibnitz's Partei hauptsächlich in dieser Streitsache bedient hat.

Der Herr von Leibnitz ist durch Dasjenige, was man bei dem Falle der Körper durch ihre Schwere wahrnimmt, zuerst auf seine Meinung geleitet worden. Allein es war ein unrecht angewandter Grundsatz des Cartesius, der ihn zu einem Irrthum führte, welcher nach der Zeit vielleicht der scheinbarste geworden, welcher sich jemals in die menschliche Vernunft eingeschlichen hat. Er setzte nämlich folgenden Satz fest: es ist einerlei Kraft nöthig, einen vier Pfund schweren Körper einen Schuh hoch zu heben, als einen einpfündigen vier Schuhe.

§. 30.

Der Satz, der den Herrn von Leibnitz zuerst auf die lebendigen Kräfte gebracht hat.

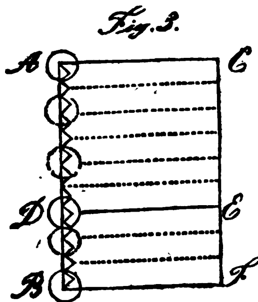
Weil er sich auf den Beifall aller Mechaniker seiner Zeit beruft, so dünkt mich, er habe diesen Satz aus einer Regel des Cartesius gefolgert, deren dieser sich bediente, die Natur des Hebels zu erklären. Cartesius nahm an, dass die an einen Hebel angehangenen Gewichte die un-

endlich kleinen Räume durchliefen, die in ihrer Entfernung vom Ruhepuncte können beschrieben werden. Nun sind zwei Körper alsdann im Gleichgewichte, wenn diese Räume gegen einander umgekehrt, wie die Gewichte der Körper sind; und also, schloss Leibnitz, ist nicht mehr Kraft nöthig, einen Körper von einem Pfunde zur Höhe vier zu erheben, als einen andern, dessen Masse vier ist, zur einfachen Höhe. Man wird leicht gewahr, dass diese Schlussfolge aus Cartesius's Grundregel nur alsdann herfliesse, wenn die Zeiten der Bewegung gleich sind. Denn bei der Schnellwage sind diese Zeiten einander gleich, darin die Gewichte ihre unendlich kleinen Räume durchlaufen würden. Der Herr von Leibnitz liess diese Bedingung aus der Acht, und schloss auch auf die Bewegung in Zeiten, die einander nicht gleich sind.

§. 31.

Des Herrn Herrmann Beweis, dass die Kräfte wie die Höhen sind, die sie durch dieselben erreichen können.

Die Vertheidiger dieses Mannes scheinen den Einwurf gemerkt zu haben, den man ihnen wegen der Zeit machen könnte. Daher haben sie ihre Beweise so einzurichten gesucht, als wenn der Unterschied der Zeit bei der Kraft, welche die Körper durch den Fall erlangen, durchaus für nichts anzusehen sey.



Es sey die unendliche Feder *AB*, welche die Schwere vorstellt, die den Körper in währendem Falle aus *A* in *B* verfolgt, so, sagt Herr Herrmann, werde die Schwere dem Körper in jedem Puncte des Raumes einen gleichen Druck mittheilen. Diese Drucke bildet er durch die Linien *AC*, *DE*, *BF* u. s. w. ab, die zusammen das Rectangulum

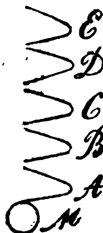
AF ausmachen. Der Körper hat also nach seiner Meinung, wenn er den Punct *B* erreicht hat, eine Kraft, die der Summe aller dieser Drucke, d. i. dem *Rectangulum AF*, gleich ist. Es verhält sich also die Kraft in *D*, zur Kraft in *B*, wie das *Rectangulum AE* zum *Rectangulum AF*, d. i. wie der durchgelaufene Raum *AD* zum Raum *AB*, mithin wie die Quadrate der Geschwindigkeiten in *D* und *B*.

So schliesst Herr Herrmann, indem er behauptet, dass die Wirkung, welche die Schwere in einem Körper thut, welcher frei fällt, sich nach dem Raume richte, den er im Fallen zurücklegt.

Die Cartesianer hingegen behaupten, dass die Wirkung der Schwere nicht den in aufgehaltener Bewegung zurückgelegten Räumen, sondern den Zeiten proportionirt sind, in welchen der Körper entweder fällt oder zurücksteigt. Ich werde jetzt einen Beweis geben, der die Meinung der Cartesianer ausser Zweifel setzen wird, und daraus man zugleich wird einsehen lernen, worin der scheinbare Beweis des Herrn Herrmann fehle.

§. 32.

Beweis, der den Fall des Herrn Herrmann widerlegt.



Es ist gleich viel Kraft nöthig, eine einzige von den fünf gleich gespannten Federn, *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, eine Secunde lang zuzudrükken, als sie alle fünf nach und nach binnen eben dieser Zeit zuzudrücken. Denn man theile die Secunde als die Zeit, wie lange der Körper *M* die Feder *A* zugedrückt hält, in fünf gleiche Theile, anstatt dass nun *M* alle diese fünf Theile der Secunde hindurch auf die Feder *A* losdrückt, so nehme man an, dass er die Feder *A* nur in dem ersten Theile der Secunde drücke, und dass in dem zweiten Theile der Secunde, an-

statt der Feder *A*, die andere *B*, die gleichen Grad der Spannung hat, untergeschoben werde, so wird in der Kraft, die *M* zu drücken braucht, bei dieser Verwechselung kein Unterschied anzutreffen seyn. Denn die Federn *B* und *A* sind in Allem vollkommen gleich, und also ist es einerlei, ob in dem zweiten Secundtheile annoch dieselbe Feder *A* oder ob *B* gedrückt werde. Eben so ist es gleich viel, ob *M* in dem dritten Theile der Secunde die dritte Feder *C* spanne, oder ob er in diesem Zeittheile annoch auf die vorige *B* drückte; denn man kann eine Feder an der andern Stelle setzen, weil sie nicht unterschieden sind. Es wendet also der Körper *M* so viel Kraft an, die einzige Feder *A* eine ganze Secunde lang zugedrückt zu halten, als er braucht, fünf solcher Federn binnen eben dieser Zeit nach und nach zu spannen. Eben dieses kann gesagt werden, man mag die Menge der Federn auch ins Unendliche vermehren, wenn die Zeit des Druckes nur gleich ist. Es ist also nicht die Menge der zugedrückten Federn, wonach die Kraft des Körpers, der sie alle spannt, abgemessen wird, sondern die Zeit der Drückung ist das rechte Maass.

Jetzt lasst uns die Vergleichung, die Herr Herrmann zwischen der Wirkung der Federn und dem Druck der Schwere anstellt, annehmen, so werden wir finden, dass die Zeit, wie lange die Kraft des Körpers der Schwere widerstehen kann, und nicht der zurückgelegte Raum Dasjenige sey, wonach die ganze Wirkung des Körpers müsse geschätzt werden.

Dieses ist also der erste Versuch, der, wie ich glaube, dasjenige bestätigt, was ich oben gesagt habe, dass nämlich Cartesius's Meinung in mathematischen Beweisen das Gesetz des Herrn von Leibnitz übertreffe.

§. 33.

Der Cartesianer Fehler in Behauptung eben derselben Sache.

Ich finde in dem Streite der Cartesianer, wider die Vertheidiger der lebendigen Kräfte, den die Frau Marquise von Chastelet mit vieler Beredtsamkeit ausgeführt hat, dass sich jene auch des Unterschiedes der Zeit bedient haben, um die Schlüsse der Leibnitzianer von dem Falle der Körper unkräftig zu machen. Allein aus demjenigen, was sie aus der Schrift des Herrn von Mairan gegen die neue Schätzung der Kräfte anführt, sehe ich, dass ihm der wahre Vortheil unbekannt gewesen sey, den er aus dem Unterschiede der Zeit hätte ziehen können, und den ich im vorhergehenden Paragraphen angezeigt zu haben glaube, welcher gewiss so einfach und deutlich ist, dass man sich wundern muss, wie es möglich gewesen, ihn bei einem solchen Lichte des Verstandes nicht wahrzunehmen.

Es ist gewiss recht seltsam, wie weit sich diese Männer verirrt haben, indem sie einem wahren Gesetze der Natur nachgingen, dass nämlich die Kraft, die die Schwere einem Körper raubt, der Zeit und nicht dem Raume proportionirt sey. Nachdem sie sich so weit vergangen, dass sie den Leibnitzianern zugegeben, ein Körper könne mit doppelter Geschwindigkeit vierfache Wirkung thun, nachdem sie, sage ich, ihre Sache so verdorben haben, so sind sie genöthigt, sich mit einer ziemlich schlechten Ausflucht zu retten, dass nämlich der Körper zwar eine vierfache Wirkung, aber nur in doppelter Zeit thue. Sie dringen daher ungemein ernstlich darauf, dass die Kräfte zweier Körper nach den Wirkungen geschätzt werden müssen, die sie in gleichen Zeiten thun, und dass man darauf gar nicht zu sehen habe, was sie etwa in ungleichen Zeiten ausrichten können. Man hat dieser Ausflucht mit unendlicher Deutlichkeit begegnet, und ich begreife nicht, wie es mög-

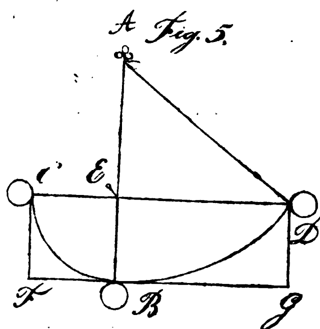
lich gewesen ist, sich dem Zwange der Wahrheit noch ferner zu widersetzen.

Wir sehen aber auch hieraus, dass es eigentlich nur die Fehlschlüsse der Cartesianer sind, welche Leibnitz's Partei triumphiren machen, und dass sie den Streit gar nicht durch die Schwäche ihrer Sache verlieren. Sie würden allemal die Oberhand behalten, wenn sie die rechten Waffen ergreifen möchten, die ihnen die Natur der Sache eigentlich darbietet.

§. 34.

Ein Zweifel des Herrn Lichtscheid wird gehoben.

Ich habe erwiesen, dass die Wirkungen, welche die Schwere ausübt, und der Widerstand, den sie im Hinaufsteigen verübt, sich wie die Zeit verhalte, welche die Körper in der Bewegung zubringen. Allein ich besinne mich auf einen Fall, der vielleicht scheinbar genügend ist, diesen Satz bei Einigen zweifelhaft zu machen. Herr Lichtscheid bemerkt in den *Actis Eruditorum*, wenn man einen Perpendikel aus *D* auf eine solche Art fallen lässt, dass sich der Faden an dem Widerhalte *E* anlegt, mithin, indem er aus *B* in *C* wieder in die Höhe steigt, einen kleinern Cirkel beschreibt, so erlange er doch, vermöge seiner in *B* erhaltenen Geschwindigkeit, wieder die Höhe *CF*, welche der Höhe *DG* gleich ist, von der er herunter gefallen.



Es ist aber die Zeit, die der Perpendikel, im Falle durch den Bogen *DB*, zubringt, länger als die Zeit, in der er bis zu *C* wieder in die Köhe steigt. Also hat die Schwere dort auf den Perpendikel länger als wie hier gewirkt. Man sollte nun denken, wenn

es wahr ist, was ich vorher erwiesen habe, dass die Schwere in grösseren Zeiten grössere Wirkung thue, so habe der Körper in *B* eine grössere Geschwindigkeit erhalten müssen, als die Schwere in der Bewegung aus *B* in *C* ihm wieder zu nehmen im Stande ist. Er müsste also vermittelst dieser Geschwindigkeit vermögend seyn, sich noch über den Punct *C* hinauf zu schwingen, welches doch nach den Beweisen des Herrn Lichtscheid falsch ist.

Wenn man aber nur bedenkt, dass der Faden *AB*, dem Körper, indem er sich aus *D* in *B* bewegt, stärker entgegengesetzt ist, und den Fall durch seine Schwere mehr hindert, als der Faden *EB* oder *EC*, in dem Falle aus *C* in *B*, so lässt sich auch leicht begreifen, dass das Element der Kraft, welches sich in allen Augenblicken des Hinabsteigens aus *D* in *B* in dem Körper häuft und sammelt, kleiner sey als die elementarische Kraft, die die Schwere im Gegentheil in den Körper *C* jedweden Augenblick hineinbringt, wenn er aus *C* in *B* hinabsinkt. Denn da es einerlei ist, ob ein Körper, der an einem Faden befestigt ist, durch den Zurückhalt *A* genöthigt werde, den Cirkelbogen *DB* oder *CB* durchzulaufen, oder ob er auf einer eben so gekrümmten Fläche *BD CB* frei hinabkugele, so kann man sich vorstellen, als wenn der Fall, von dem wir reden, auf zwei solchen hohlen mit einander verbundenen Flächen wirklich geschehe. Nun ist die Fläche *DB* stärker gegen die Horizontallinie geneigt als die andere *CB*, mithin ist in jener der Körper zwar den Antrieben der Schwere länger ausgesetzt, als in dieser; allein die Fläche hindert dafür auch einen grössern Theil der Schwere, die bemüht ist, sich dem Körper einzuverleiben, als es die andere *CB* thut.

Ich hätte der Auflösung dieses Einwurfs überhoben seyn können, weil die Anhänger des Herrn von Leibnitz seine Schwäche selber wahrgenommen zu haben scheinen, da ich nirgends finde, dass sie sich desselben bedient hätten. Allein Herr von Leibnitz, der von Herrn Lichtscheid zum Richter seiner Abhandlung erwählt worden war, er-

theilt derselben einen rühmlichen Beifall, und sein Ansehen ist es, welches ihm einiges Gewicht beilegen könnte.

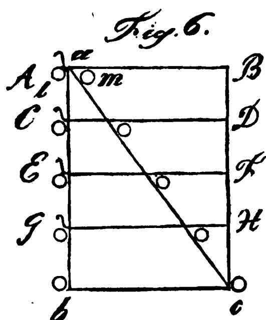
§. 35.

Ehe ich die Materie von dem Falle der Körper durch ihre Schwere verlasse, will ich den Vertheidigern der lebendigen Kräfte noch einen Fall aufzulösen geben, der, wie mich dünkt, hinlänglich darthun soll, dass die Betrachtung der Zeit von der Schätzung der Kraft, die die Schwere in einen Körper hineinbringt, unmöglich ausgeschlossen werden könne, wie Herr von Leibnitz und die Vertheidiger desselben uns bis daher haben überreden wollen.

§. 36.

Neuerer Fall, der darthut, dass in der Schätzung der Kraft, die durch die Schwere entsteht, die Zeit nothwendig mit müsse in Erwägung gezogen werden.

Der Fall ist folgender: ich stelle mir auf die den Cartesianern und Leibnitzianern gewöhnliche Art, die



Drucke der Schwere, die einem Körper von der Höhe *ab* bis zur Horizontallinie *bc* mitgetheilt werden, durch die unendliche Anzahl Blechfedern *AB*, *CD*, *EF*, *GH* vor. Ferner setze ich einen Körper *m* auf die schiefe Fläche *ac*, und einen andern *l* lasse ich von *a* in *b* frei herunter fallen. Wir werden nun die Leibnitzianer die Kraft des Körpers *m*, der durch den Druck der Federn die schiefe Fläche *ac* herunter getrieben wird, am Ende dieses schrägen Falles in *c* schätzen? Sie können nicht anders, als

das Product, aus der Menge Federn, die den Körper aus *a* bis in *c* antreiben, in die Kraft, die jede Feder demselben nach der Richtung *ac* eindrückt, zum Maasse angeben, denn dieses erfordert ihr Lehrgebäude, wie wir aus dem Falle des Herrn Herrmann, §. 31, gesehen haben. Und eben so werden sie auch die Kraft, die sich in dem andern Körper *l* findet, der von *a* bis in *b* frei fällt, durch das Factum, aus der Menge Federn, von denen er fortgetrieben worden, in die Intensität, womit jede ihn fortgestossen hat, zu schätzen genöthigt. Es ist aber die Anzahl Federn von beiden Seiten, sowohl die schiefe Fläche *ac*, als die Höhe *ab* hindurch, gleich, also bleibt nur die Stärke der Kraft, die jede Feder in beiden Fällen in ihren Körper hineinbringt, zum wahren Maasse der in *b* und *c* erlangten Kräfte der Körper *l* und *m* übrig. Diese Stärke, womit eine jede von den Blechfedern den Körper *m* nach der Richtung der schiefen Fläche *ac* drückt, verhält sich zu der Intensität des Druckes eben dieser Blechfedern auf den Körper *l* nach der Richtung seiner Bewegung *ab*, wie *ab* zu *ac*, wie uns die ersten Anfangsgründe der Mechanik lehren. Es wird also die Kraft, die der Körper *l* am Ende des Perpendicularfalles in *b* hat, zu der Kraft, die *m* am Ende des schiefen Falles in *c* hat, sich gleichfalls wie *ac* zu *ab* verhalten, welches ungereimt ist, denn beide Körper haben in *b* und *c* gleiche Geschwindigkeiten, und also auch gleiche Kräfte.

Die Cartesianer entgehen diesem Einwurfe, indem sie die Zeit mit herbeiziehen. Denn obgleich jede Feder in den Körper *m* auf der schiefen Fläche *ac* weniger Kraft hineinbringt (weil ein Theil durch den Widerstand der Fläche verzehrt wird), so wirken dafür diese Federn auf den Körper *m* viel länger als auf den Körper *l*, der ihrem Drucke eine viel kürzere Zeit ausgesetzt ist.

§. 37.

Nachdem ich erwiesen habe, dass die Betrachtung der durch die Schwere fallenden Körper den lebendigen

Kräften auf keinerlei Weise vortheilhaft sey, so ist es Zeit, eine andere Gattung von Beweisen in Erwägung zu ziehen, auf die sich die Vertheidiger der lebendigen Kräfte jederzeit sehr viel zu Gute gethan haben. Es sind diejenigen, die ihnen die Lehre von der Bewegung elastischer Körper darzubieten scheint.

§. 38.

Es sind in der Trennung, die des Herrn von Leibnitz Kräfteschätzung in der Welt veranlasst hat, so viel Verblendungen und Abwege unter den Geometern entstanden, als man bei so grossen Schlusskünstlern kaum vermuthen sollte. Die Nachrichten, die man uns von allen den Vorfällen dieses berüchtigten Streites aufbehalten wird, werden dereinst in der Geschichte des menschlichen Verstandes eine sehr nutzbare Stelle einnehmen. Keine Betrachtung ist siegreicher über die Einbildung derjenigen, die die Richtigkeit unserer Vernunftschlüsse so sehr erheben, als solche Verführungen, denen die scharfsinnigsten Meister der Geometrie in einer Untersuchung nicht haben entgehen können, die ihnen vor andern Deutlichkeit und Überzeugung hätte gewähren sollen.

Es wäre unmöglich gewesen, auf solche Abwege zu gerathen, wenn die Herren Leibnitzianer sich hätten die Mühe geben wollen, auf die Construction der Beweise selbst ihre Aufmerksamkeit zu richten, die sie jetzt als unüberwindliche Beweisthümer für die lebendigen Kräfte ansehen.

§. 39.

Die Summe aller Beweise, die aus der Bewegung elastischer Körper hergenommen sind.

Fast alle Beweise, zum wenigsten die scheinbarsten unter denen, die man für die lebendigen Kräfte von der

Bewegung elastischer Körper durch den Stoss entlehnt hat, sind auf folgende Art entsprungen. Man hat die Kraft, die sich in ihnen nach verübtem Stosse befindet, mit der Kraft vor dem Anstosse verglichen. Jene ist grösser befunden worden als diese, wenn man sie nach dem Producte aus der Masse in die Geschwindigkeit geschätzt hat; allein nur alsdann zeigte sich eine vollkommene Gleichheit, wenn man anstatt der schlechten Geschwindigkeit das Quadrat derselben setzte. Hieraus haben die Herren Leibnitzianer geschlossen, ein elastischer Körper würde nie vermögend seyn, in diejenige, die er stösst, so viel Bewegung hineinzubringen, als wirklich geschieht, wenn seine Kraft nur schlechthin wie seine Geschwindigkeit wäre; denn nach diesem Maasse sey die Ursache immer kleiner, als die hervorgebrachte Wirkung.

§. 40.

Die Leibnitzianer widerlegen ihre Schlüsse durch ihre eigenen mechanischen Lehrgebäude.

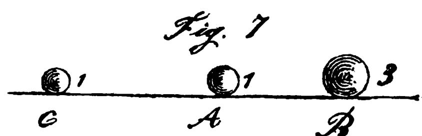
Dieser Schluss wird durch die Lehrsätze Derjenigen selbst, die sich desselben bedient haben, vollkommen widerlegt. Ich will Wren's, Wallis's, Huygens's und Anderer mechanische Entdeckungen nicht anführen. Der Herr Regierungsrath und Freiherr von Wolf soll mein Gewährsmann seyn. Man sehe seine Mechanik, die in aller Händen ist, man wird darin Beweise finden, die keinen Zweifel mehr übrig lassen, dass die elastischen Körper, dem Gesetz von der Gleichheit der Wirkungen und der Ursache ganz gemäss, alle die Bewegungen andern Körpern ertheilen, ohne dass man nöthig hat, in ihnen eine andere Kraft als die blosse Geschwindigkeit zu setzen. Ich kann noch dazu thun, dass man die lebendigen Kräfte gar nicht, auch nicht dem Namen nach, kennen darf, ohne dass dieses im Geringsten hinderlich seyn sollte, zu erkennen, dass von der Kraft eines federharten Körpers, in dem Anlaufe

gegen andere gleichartige, die und die Bewegungen herfliessen werden, die Jedweder aus derselben herleitet. Ist es nicht seltsam, nach einem geometrischen Beweise, darin man die nach der blossen Geschwindigkeit geschätzte Kraft hinlänglich befunden, eine gewisse Grösse der Bewegung in andern Körpern daraus herzuleiten, ich sage nach einem solchen Beweise sich noch den Gedanken einkommen zu lassen, dass diese Kraft nicht gross genug dazu sey? Heisst dieses nicht, Alles widerrufen, was ein Mal in aller Strenge erwiesen worden, und das blos wegen einer geringen Anscheinung zum Gegentheil? Ich bitte Diejenigen, die diese Blätter lesen, nur die Mechanik, die ich angeführt habe, hiermit zusammen zu halten, sie können nichts anders als die grösste Überzeugung fühlen, dass sie gar keinen Begriff von der Schätzung nach dem Quadrat nöthig haben, um in aller Strenge diejenigen Folgen und Bewegungen zu finden, die man den federharten Körpern zuzueignen pflegt. Wir wollen uns also von diesem Fusssteige durch alle Verführungen nicht ableiten lassen. Denn was in einem geometrischen Beweise als wahr befunden wird, das wird auch in Ewigkeit wahr bleiben.

§. 41.

Der Fall des Herrn Herrmann von dem Stosse dreier elastischer Körper.

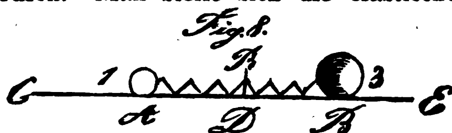
Lasst uns Dasjenige in einem besonderen Falle darthun, was wir überhaupt erwiesen haben. Herr Herrmann lässt in der Abhandlung, die er zur Vertheidigung der lebendigen Kräfte verfertigt hatte, einen Körper



A, dessen Masse 1, und die Geschwindigkeit 2 ist, auf einer vollkom-

men glatten Fäche, eine Kugel *B*, die ruhig, und deren Masse 3 ist, nachher aber, indem *A* von der Kugel *B* abprallt und mit einem Grade Geschwindigkeit wieder zurückkehrt, eine Kugel *C*, die 1 zur Masse hat, stossen. Die Kugel *A* wird der Kugel *B* einen Grad Geschwindigkeit, und dem Körper *C* auch einen mittheilen, und alsdann wird sie sich in Ruhe befinden. Herr Herrmann schliesst hieraus, wenn die Kräfte nur wie die Geschwindigkeiten wären, so würde *A* vor dem Stosse eine Kraft wie 2 haben, nach dem Stosse aber würde sich in den Körpern *B* und *C* zusammen eine vierfache Kraft befinden, welches ihm ungereimt zu seyn scheint.

Wir wollen untersuchen, wie der Körper *A* mit einer Kraft wie 2 in die Körper *B* und *C* eine vierfache Kraft ohne ein Wunderwerk hineinbringen könne, oder ohne dass es nöthig sey, die lebendigen Kräfte zu Hülfe zu rufen. Man stelle sich die elastische Kraft des Körpers *A*, die durch den Stoss wirksam wird, durch die Feder *AD* und



die Elasticität der Kugel *B*, durch die Feder *DB* vor. Wir wissen nun aus den ersten Gründen der Mechanik, dass der Körper *A* in die Kugel *B* vermittelst der Federn so lange noch immer neue Drückungen der Kräfte hineinbringe, bis sich *B* und *A* mit gleichen Geschwindigkeiten fortbewegen, welches alsdann geschieht, wenn die Geschwindigkeit dieser Körper sich zur Geschwindigkeit der Kugel *A* vor dem Anlaufe verhält, wie die Masse *A* zur Summe beider Massen *A* und *B* zusammen; d. i. in dem gegenwärtigen Falle, wenn sie sich mit ½ Geschwindigkeit in der Richtung *BE* fortbewegen: Niemand leugnet es, dass hierin noch die Wirkung der nach der Geschwindigkeit geschätzten Kraft proportional befunden werde. Allein lasst uns auch untersuchen, was denn mit den Federn *AD* und *DB* geschehe, indem der Körper *A* vermittelst

ihrer auf die Kugel *B* wirkt. Weil die Feder *AD* in dem Puncte *D* eben so viel Kraft gegen die Feder *DB* anwenden muss, als diese dem Körper *B* eindrücken soll; die Kugel *B* aber der Wirkung, welche auf sie geschieht, eben so stark widersteht, so ist klar, dass die Feder *DB*, durch die Anstrengung der andern Feder, mit eben derselben Kraft werde zusammengedrückt werden, als sie in die Kugel *B* hineinbringt. Eben desgleichen wird die Kugel *A* ihre Feder *AD* mit eben demselben Grade zusammendrücken, womit diese im Puncte *D* auf die Feder *DB* wirkt; weil nämlich diese Feder der Feder *AD* eben so stark entgegen drückt, als diese auf sie wirkt, mithin auch eben so stark als die Kugel *A* diese seine Feder zusammenzudrükken bemüht ist. Da nun die Kraft, womit die Feder *DB* gespannt wird, dem Widerstande der Kugel *B*, mithin auch der Kraft, welche diese Kugel hierdurch empfängt, gleich ist; die Kraft der Zusammendrückung der Feder *AD* aber jener auch gleich ist: so sind beide so gross, als die Kraft, die der Körper *B* hierbei erhalten hat, d. i. womit er sich mit einer Masse wie 3 und $\frac{1}{2}$ Grad Geschwindigkeit bewegt. Wenn daher diese beiden Federn aufspringen, so giebt die Feder *DB* der Kugel *B* eine Geschwindigkeit, die der vor dem Aufspringen gleich ist, nämlich $\frac{1}{2}$; und die Feder *AD* dem Körper *B*, weil er drei Mal weniger Massen hat, als *B*, auch drei Mal so viel Geschwindigkeit, nämlich $1 + \frac{1}{2}$ Grad; denn wenn die Kräfte gleich sind, so sind die Geschwindigkeiten in umgekehrtem Verhältniss der Massen, *per hypothesin*. Also hat die Kugel *B* von dem Anlaufe des Körpers *A*, und hernach auch von dem Aufspringen ihrer Feder, zusammen ein Grad Geschwindigkeit, in der Richtung *BE*. Die Kugel *A* aber, weil die Geschwindigkeit $\frac{1}{2}$, die in ihr nach dem Anlaufe in der Richtung *AE* noch übrig war, von derjenigen, welche die Aufspringung der Feder in sie nach der Richtung *AC* hineinbrachte, muss abgezogen werden, empfängt auch einen Grad Geschwindigkeit, womit sie sich in der Richtung *AC*

fortbewegt*, welches gerade der Fall ist, den Herr Herrmann für unmöglich gehalten hat, nach dem Cartesius'schen Gesetze zu erklären.

Ich schliesse hieraus: der Körper *A* könne mit 2 Graden Geschwindigkeit, und auch mit 2 Graden Kraft, die Wirkung vollkommen ausrichten, die Herr Herrmann ihm abstreiten wollte; und man verletze das Gesetz von der Gleichheit der Ursachen und Wirkungen, wenn man behauptet, er habe 4 Grade Kraft gehabt, und doch nur so viel ausgerichtet, als er mit 2 ausrichten können.

§. 42.

Der Grund des Irrthums in der Schlussrede des Herrn Herrmann.

Wir wollen in dem Schlusse des Herrn Herrmann noch den rechten Punct der Falschheit aufsuchen, der sich zugleich fast allenthalben findet, wo man nur die elastischen Körper zum Behuf der lebendigen Kräfte hat brauchen wollen. Man hat also geschlossen: die Kräfte der Körper nach dem Stosse müssen der Kraft vor demselben gleich seyn, denn die Wirkungen sind so gross wie die Ursachen, die sich erschöpft haben, sie hervorzubringen. Hieraus ersehe ich, dass sie dafür gehalten haben, der Zustand und die Grösse der Kraft, nach geschehenem Stosse, sey einzig und allein eine Wirkung der Kraft, die in dem anlaufenden Körper vor dem Anstosse befindlich war. Dieses ist der Fehltritt, dessen Folgen wir gesehen haben. Denn die Bewegungen, die eigentlich, und auf eine vollständige Art, von der Kraft des anlaufenden Körpers *A* herrühren, sind nichts mehr, als dass sich *A* und *B* da,

---

* Den Körper *C* mische ich hierbei nicht mit ein, denn weil seine Geschwindigkeit und Masse in Nichts von der Masse und Geschwindigkeit der Kugel *B* unterschieden ist, so wird er von Herrn Herrmann ohne Noth anstatt des Körpers *B* eingeschoben.

wie die Feder zusammengedrückt war, mit $\frac{1}{2}$ Geschwindigkeit beide fortbewegten. Die Zusammendrückung der Feder war nicht sowohl eine besondere Wirkung der Kraft, womit *A* gegen *B* fortrückte, als vielmehr eine Folge von der Trägheitskraft beider Körper. Denn *B* konnte die Kraft $1 + \frac{1}{2}$ nicht erlangen, ohne eben so stark gegen die drückende Feder *DB* zurück zu wirken, und die Feder *AD* könnte also keine Kraft in *B* hineinbringen, ohne dass der Zustand der Gleichheit des Druckes und Gegendruckes nicht zugleich die Feder *BD* gespannt hätte. Ferner konnte der Körper *A* die Feder *DB* vermittelst seiner Feder *AD* nicht drücken, ohne dass diese eben hierdurch mit einem gleichen Grade der Intensität wäre gespannt worden. Man darf sich darüber nicht wundern, dass auf diese Weise zwei ganz neue Kräfte in die Natur kommen, die vorher in *A* allein nicht befindlich waren.

In dem Augenblicke, darin auch unelastische Körper sich stossen, ist mehr Kraft in der Ausübung, als vor dem Stosse war.

Dieses geschieht wirklich jederzeit, wenn auch ein unelastischer Körper in einen andern wirkt, nur dass in diesem Falle die Folgen dieser neuen Kraft, nicht wie bei federharten Körpern, aufbehalten werden, sondern verloren gehen. Denn in dem Augenblicke, darin *A* mit der Kraft x auf *B* wirkt, empfängt nicht allein *B* diese Kraft nach der Richtung *Bc*, sondern *B* wirkt zugleich noch mit der Intensität x auf *A* wieder zurück. Es sind also fürs Erste 2 x in der Natur vorhanden; nämlich x für den Druck der Kugel *A* gegen *B*, und ebenfalls x für den Gegendruck der Kugel *B*; zweitens noch x, als die Kraft, die aus *A* in *B* nach der Richtung *Bc* übertritt. Die beiden ersten Gewalten werden in dem Zusammenstosse elastischer Körper angewandt, zwei Federn zu spannen, die hernach, wenn sie aufspringen, den Körpern ihre Kräfte mittheilen. Die elastischen Körper sind daher diejenigen

Maschinen der Natur, welche angelegt sind, die ganze Grösse der Kraft aufzubehalten, die in dem Augenblicke des Zusammenstosses in der Natur befindlich ist, denn ohne diese würde ein Theil der Kräfte verloren gehen, die der *Conflictus* der Körper in die Welt gebracht hat.

§. 43.

Ich habe in der Auflösung des Herrmann'schen Falles nichts gesagt, was diesem Philosophen im Grunde des Beweises hätte unbekannt seyn können; oder was die ansehnlichsten Verfechter der lebendigen Kräfte würden zu leugnen verlangen, wenn es darauf ankäme, dass sie sich deswegen erklären sollten. Herr Herrmann musste nothwendig wissen, wie man die Bewegungen, die in dem Stosse elastischer Körper entsprungen, aus ihrer blossen Geschwindigkeit herleiten könne; denn ohne dieses hätte es ihm unmöglich *a priori* bekannt seyn können, dass eine Kugel von einfacher Masse, in dem Stosse gegen eine dreifache, mit zwei Graden Geschwindigkeit vier Grade Kraft hervorbringe. Ich sage, dieser Fall hätte ihm selbst ohne die Art der Auflösung, welche wir gegeben haben, nicht bekannt seyn können; denn Jedermann weiss, dass man in einer mechanischen Untersuchung die Bewegungen, die ein elastischer Körper durch den Stoss hervorbringt, finde, indem man Dasjenige zuerst insbesondere sucht, was er ohne seine Federkraft thut, und hernach die Wirkung der Elasticität dazu nimmt, beides aber nach Demjenigen bestimmt, was er nach Proportion seiner Masse und seiner schlechten Geschwindigkeit thun kann. Man kann nichts Stärkeres, in der Art der Schlussrede, die man ein *argumentum ad hominem* nennt, gegen den Herrn Herrmann und die Leibnitzianer überhaupt vorbringen. Denn sie müssen entweder bekennen, dass alle Beweise, darin sie bis daher einig gewesen, den Grund von den Bewegungen zu geben, welche in dem Stosse elastischer Körper entspringen, falsch gewesen; oder sie müssen gestehen, dass ein solcher Kör-

per, allein mit der der Masse und Geschwindigkeit schlechthin zusammengenommen proportionirten Kraft, die Bewegungen hervorgebracht habe, weswegen sie ihn das Quadrat der Geschwindigkeit nöthig zu haben glaubten.

§. 44.

Der Frau von Castelet ist diese Auflösung unbekannt gewesen.

Ich werde durch den Streit der Frau Marquise von Castelet mit dem Herrn von Mairan überführt, dass es nicht überflüssig gewesen sey, jetzt eine ausführliche Entwickelung der Art und Weise, wie die elastischen Körper durch den Stoss eine grössere Quantität der Bewegung in die Welt bringen, als vor dem Stoss darin gewesen, gegeben zu haben. Denn wenn Herr von Mairan sagt: die elastische Kraft sey eine wahre Maschine der Natur etc. etc., dass wenn man alle Wirkungen des Stosses elastischer Körper besonders betrachten will, indem man Dasjenige als positiv summirt, was sie in den beiden entgegengesetzten Richtungen geben, man die neue Kraft, die daraus in der Natur zu entspringen scheint, und sich durch den Stoss äussert, keineswegs der Thätigkeit des stossenden Körpers zuschreiben müsse, als wenn er dieselbe nur in den gestossenen übertrüge, sondern einer fremden Quelle der Kraft etc. etc. Mit einem Worte einer gewissen physikalischen Ursache der Elasticität, welche es auch immer sey, deren Wirksamkeit der Stoss nur losgemacht, und so zu sagen, die Feder abgedrückt hat etc. etc. Ich sage, wenn Herr von Mairan dieses sagt, so antwortet ihm die Frau von Castelet: es sey unnütz, es zu untersuchen, bis der Urheber dieser Meinung sich die Mühe genommen, Dasjenige, was er hier behaupten wollen, auf einigen Beweis zu gründen.

Ich habe mir die Ehre genommen, mich dieser Mühe anstatt des Herrn von Mairan zu unterziehen, und dieses ist die Rechtfertigung, womit ich meine Weitläufigkeit in dieser Materie entschuldige.

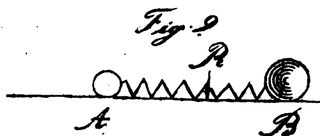
§. 45.

Herrn Jurin's Einwurf von dem Gegenstosse zweier unelastischer und ungleicher Körper.

Es ist den Leibnitzianern durch Herrn Jurin und Andere noch dieser Einwurf gemacht worden: dass zwei unelastische Körper, die sich einander mit solchen Geschwindigkeiten begegnen, welche sich umgekehrt wie ihre Masse verhalten, doch nach dem Stosse in Ruhe verbleiben. Hier sind nun, nach der Lehre von den lebendigen Kräften, zwei Kräfte, die man so ungleich machen kann, als man will, und die sich dennoch einander im Gleichgewicht erhalten.

Des Herrn Bernoulli Widerlegung dieses Einwurfs durch Vergleichung mit der Zudrückung der Federn.

Ich finde in der Frau von Chastelet Naturlehre eine Antwort auf diesen Einwurf, die, wie ich aus der Anführung ersehe, den berühmten Herrn Bernoulli zum Urheber hat. Der Herr Bernoulli ist nicht glücklich gewesen, eine Schutzwehre für seine Meinung ausfindig zu machen, welche seines Namens würdig gewesen wäre. Er sagt: dass die elastischen Körper in einander durch den Eindruck ihrer Theile eben dieselbe Wirkung thun, als wenn sie eine Feder, die sich zwischen ihnen befände,



zusammendrückten. Daher nimmt er eine Feder *R* an, die sich zu gleicher Zeit auf beiden Seiten ausdehnt, und

von beiden Seiten Körper von ungleicher Masse treibt. Er beweist, dass die Geschwindigkeiten, die den Körpern durch diese Feder mitgetheilt werden, in gegenseitigem Verhältniss ihrer Massen sind, und dass also, wenn die Kugeln *A* und *B* mit diesen Geschwindigkeiten zurückkehrten, sie die Feder wieder in den ersten Stand der Zusammendrückung setzen würden. Bis so weit ist Alles richtig, und mit den Lehrsätzen der Cartesianer vollkommen übereinstimmend. Allein lasst uns sehen, wie er seinen Schluss verfolgt. Die Theile der Feder, indem sie auseinander springt, bewegen sich theils nach der Seite von *A*, theils nach der Seite von *B*, der Punct der Theilung aber ist in *R*, der die Feder nach der umgekehrten Proportion der Massen *A* und *B* theilt. Es wirkt also der Theil *RB* von der Feder *R* auf den Körper *B*, dessen Masse 3 ist, hingegen theilt der andere Theil *RA* der Kugel *A*, deren Masse 1 ist, seine Kraft mit. Es verhalten sich aber die Kräfte, welche in diese Körper gebracht werden, wie die Anzahl der Federn, die ihren Druck an sie angewandt haben; folglich sind die Kräfte der Kugeln *A* und *B* ungleich, obgleich ihre Geschwindigkeiten in umgekehrter Proportion ihrer Massen stehen. Wenn nun die Feder *R* sich völlig ausgedehnt hat, und die Körper kämen mit eben denselben Geschwindigkeiten gegen sie zurück, welche sie ihnen beim Losspringen mitgetheilt hat, so sieht man leicht, dass einer den andern vermittelst der Zusammendrückung der Feder in Ruhe versetzen würde. Nun sind ihre Kräfte ungleich, folglich erkennt man hieraus, wie es möglich sey, dass sich zwei Körper mit ungleichen Kräften einander in Ruhe versetzen können. Hiervon macht er die Anwendung auf den Zusammenstoss der unelastischen Körper.

§. 46.

Des Herrn Bernoulli Gedanken werden widerlegt.

Ich erkenne in dieser Schlussrede nicht den Herrn Bernoulli, der gewohnt war, seine Beweise in viel vollkommnerer Schärfe zu bilden. Es ist unstreitig gewiss, dass die von einander springende Feder einem von den Körpern *A* und *B* eben so viel Kraft ertheilen müsse, als wie dem andern. Denn sie bringt so viel Kraft in die Kugel *A*, als die Intensität gross ist, mit der sie sich gegen die andere Kugel *B* steift. Wenn sie sich gar nicht an irgend einen Widerhalt steifte, so würde sie der Kugel *A* gar keine Kraft ertheilen, denn alsdann würde sie ohne einzige Wirkung losspringen. Daher kann diese Feder keine Kraft an *A* anwenden, ohne von der andern Seite der beweglichen Kugel *B* eben denselben Grad der Gewalt einzudrücken. Es sind also die Kräfte der Kugeln *A* und *B* einander gleich, und nicht, wie Herr Bernoulli sich fälschlich überredet hat, wie die Länge *AR* zu *RB*.

Man sieht leicht, wie der Irrthum in dem Schlusse des Herrn Bernoulli entsprungen sey. Der Satz, auf den die Leibnitz'sche Partei so sehr dringt, ist die Quelle desselben: nämlich, dass die Kraft eines Körpers sich wie die Anzahl Federn verhalte, die auf ihn gewirkt haben *. Wir haben denselben schon oben widerlegt, und der Fall des Herrn Bernoulli bestätigt unsern Gedanken.

---

* Die Körper *A* und *B* haben also deswegen gleiche Kräfte, weil die Federn *RA* und *RB* auf sie gleich lange gewirkt haben, und weil die Theile dieser Federn alle gleich stark gespannt waren.

§. 47.

Der Gedanke des Herrn Bernoulli bestätigt unsere Meinung.

Man kann nicht ohne Vergnügen wahrnehmen, wie vortrefflich diese Erklärung, der man sich zur Vertheidigung der lebendigen Kräfte hat bedienen wollen, uns zu Waffen dient, dieselbe vielmehr völlig niederzuschlagen. Denn da es einmal gewiss ist, dass die Feder *R* den Körpern, deren Massen 1 und 3 sind, gleiche Kräfte ertheilt, §. 46., ferner dass die Geschwindigkeit der Kugel, deren Masse 1 ist, dreifach, und die Geschwindigkeit der andern einfach sey, wie die Leibnitzianer es selber gestehen; so fliessen daraus zwei Folgen, die beide den lebendigen Kräften schnurstracks widerstreiten. Erslich, dass die Kraft, die ein Körper durch den Druck der Federn erhält, sich nicht wie die Anzahl der Federn verhalte, welche ihn fortgestossen haben, sondern vielmehr wie die Zeit der Wirkung derselben; zweitens, dass ein Körper, der eine einfache Masse und eine dreifache Geschwindigkeit hat, nicht mehr Kraft habe, als ein anderer, der drei Mal mehr Massen, aber nur eine einfache Geschwindigkeit besitzt.

§. 48.

Vertheidigung der lebendigen Kräfte durch die beständige Erhaltung einerlei Grösse der Kraft in der Welt.

Bis hierher haben wir gesehen, wie sich Leibnitz's Anhänger des Zusammenstosses elastischer Körper bedient haben, die lebendigen Kräfte dadurch zu vertheidigen. Allein die Anwendung derselben war blos mathematisch. Sie haben aber auch einen metaphysischen Grund in diesem Stücke der Phoronomie zum Behuf ihrer Meinung zu finden vermeint. Herr von Leibnitz ist selbst der Urhe-

ber desselben, und sein Ansehen hat ihm kein geringes Gewicht ertheilt.

Er nahm Cartesius's Grundsatz willig an, dass sich in der Welt immer einerlei Grösse der Kraft erhalte, allein nur einer solchen Kraft, deren Quantität nach dem Quadrate der Geschwindigkeit geschätzt werden muss. Er zeigte, dass das alte Maass der Kraft diese schöne Regel nicht verstatte. Denn wenn man dasselbe annimmt, so vermindere oder vermehre sich die Kraft in der Natur unaufhörlich, nachdem die Stellung der Körper gegen einander verändert wird. Leibnitz glaubte, es sey der Macht und Weisheit Gottes unanständig, dass er genöthigt seyn sollte, die Bewegung, die er seinem Werke mitgetheilt, ohne Unterlass wieder zu erneuern, wie Newton sich einbildete, und dieses trieb ihn an, ein Gesetz zu suchen, wodurch er dieser Schwierigkeit abhelfen könnte.

§. 49.

Erste Auflösung dieses Einwurfs.

Weil wir in dem Vorigen erwiesen haben, dass die lebendigen Kräfte, in der Art, wie sie von ihren Vertheidigern selbst gebraucht worden, nämlich im mathematischen Verstande, nirgends Platz finden können; so rettet sich hier die Macht und Weisheit Gottes schon selbst durch die Betrachtung der gänzlichen Unmöglichkeit der Sache. Wir können uns allemal hinter diese Schutzwehre verbergen, wenn wir etwa in einer andern Art der Antwort auf diesen Einwurf den Kürzern ziehen sollten. Denn wenn es gleich nach dem Gesetze der Bewegung, welches wir behauptet haben, nothwendig wäre, dass der Weltbau, nach einer allmäligen Erschöpfung seiner Kräfte, endlich völlig in Unordnung geriethe, so kann dieser Streich die Macht und Weisheit Gottes dennoch nicht treffen. Denn man kann es dieser nimmer verdenken, dass sie nicht ein Gesetz in die Welt gebracht hat, wovon wir wis-

sen, dass es absolut unmöglich sey, und daher auf keine Weise statt haben könne.

§. 50.

Zweite Antwort auf gedachten Einwurf.

Allein man erhole sich nur. Wir sind noch nicht gezwungen, eine so verzweifelte Ausflucht zu ergreifen. Dies würde heissen, den Knoten abhauen, wir wollen ihn aber lieber auflösen.

Wenn die Leibnitzianer es zur Erhaltung der Weltmaschine für unumgänglich nöthig halten, dass die Kraft der Körper der Schätzung nach dem Quadrat unterworfen sey, so können wir ihnen diese kleine Forderung zugestehen. Alles, was ich bis daher erwiesen habe, und noch bis zum Beschlusse dieses Hauptstückes zu erweisen gedenke, geht nur dahin, sie zu überzeugen, dass weder in einer abstracten Betrachtung, noch in der Natur, die Kraft der Körper, auf eine solche Art, wie die Leibnitzianer es thun, nämlich mathematisch erwogen, eine Schätzung nach dem Quadrat geben werde. Ich habe aber deswegen noch nicht den lebendigen Kräften gänzlich abgesagt. In dem dritten Hauptstücke dieser Abhandlung werde ich darthun, dass in der Natur wirklich diejenigen Kräfte zu finden sind, deren Maass das Quadrat ihrer Geschwindigkeit ist; nur mit der Einschränkung, dass man sie auf die Art, wie man es bis daher angefangen hat, niemals entdecken werde, dass sie sich vor dieser Gattung der Betrachtung (nämlich der mathematischen) auf ewig verbergen werden, und dass Nichts, als irgend eine metaphysische Untersuchung, oder etwa eine besondere Art von Erfahrungen, selbige uns bekannt machen können. Wir bestreiten hier also nicht eigentlich die Sache selbst, sondern den *modus cognoscendi*.

Demnach sind wir mit den Leibnitzianern in der Hauptsache einig, wir könnten es also vielleicht auch in den Folgerungen derselben werden.

§. 51.

Die Quelle des Leibnitz'schen Schlusses von Erhaltung eben derselben Grösse der Kraft.

Es gründet sich aber der Einwurf des Herrn von Leibnitz auf eine falsche Voraussetzung, die seit langer Zeit in die Weltweisheit schon viel Unbequemlichkeit hineingebracht hat. Es ist nämlich zu einem Grundsatze in der Naturlehre geworden, dass keine Bewegung in der Natur entstehe, als vermittelst einer Materie, die auch in wirklicher Bewegung ist; und dass also die Bewegung, die in einem Theile der Welt verloren gegangen, durch nichts Anderes, als, entweder durch eine andere wirkliche Bewegung, oder die unmittelbare Hand Gottes könne hergestellt werden. Dieser Satz hat Denjenigen jederzeit viel Ungelegenheit gemacht, die demselben Beifall gegeben haben. Sie sind genöthigt worden, ihre Einbildungskraft mit künstlich ersonnenen Wirbeln müde zu machen, eine Hypothese auf die andere zu bauen, und anstatt dass sie uns endlich zu einem solchen Plan des Weltgebäudes führen sollten, der einfach und begreiflich genug ist, um die zusammengesetzten Erscheinungen der Natur daraus herzuleiten, so verwirren sie uns mit unendlich viel seltsamen Bewegungen, die viel wunderbarer und unbegreiflicher sind, als alles Dasjenige ist, zu dessen Erklärung selbige angewandt werden sollen.

Wie man dieser Schwierigkeit abhelfen könne.

Herr Hamberger hat, so viel ich weiss, zuerst Mittel dargeboten, diesem Übel abzuhelfen. Sein Gedanke ist schön, denn er ist einfach und also auch der Natur gemäss. Er zeigt (aber noch in einem sehr unvollkommnen Risse), wie ein Körper eine wirkliche Bewegung durch eine Materie empfangen könne, die doch selber nur in Ruhe ist. Dieses beugt unzähligen Abwegen, ja öfters sogar

Wunderwerken vor, die mit der entgegengesetzten Meinung vergesellschaftet sind. Es ist wahr, der Grund dieses Gedankens ist metaphysisch, und also auch nicht nach dem Geschmacke der jetzigen Naturlehrer; allein es ist zugleich augenscheinlich, dass die allerersten Quellen von den Wirkungen der Natur durchaus ein Vorwurf der Metaphysik seyn müssen. Dem Herrn Hamberger ist sein Vorsatz nicht gelungen, der Welt einen neuen Weg anzuweisen, der kürzer und bequemer ist, uns zur Erkenntniss der Natur zu führen. Dieses Feld ist ungebaut geblieben; man hat sich von dem alten Wege noch nicht losreissen können, um sich auf den neuen zu wagen. Ist es nicht wunderbar, dass man sich einem unermesslichen Meere von Ausschweifungen und willkührlichen Erdichtungen der Einbildungskraft anvertraut, und dagegen die Mittel nicht achtet, die einfach und begreiflich, aber eben daher auch die natürlichen sind? Allein dieses ist schon die gemeine Seuche des menschlichen Verstandes. Man wird noch sehr lange von diesem Strome hingerissen werden. Man wird sich an der Betrachtung belustigen, die verwikkelt und künstlich ist, und wobei der Verstand seine eigene Stärke wahrnimmt. Man wird eine Physik haben, die von vortrefflichen Proben der Scharfsinnigkeit und der Erfindungskraft voll ist; allein keinen Plan der Natur selbst und ihrer Wirkungen. Aber endlich wird doch diejenige Meinung die Oberhand behalten, welche die Natur, wie sie ist, das ist einfach und ohne unendliche Umwege schildert. Der Weg der Natur ist nur ein einziger Weg. Man muss daher erstlich unzählig viel Abwege versucht haben, ehe man auf denjenigen gelangen kann, welcher der wahre ist.

Die Leibnitzianer sollten mehr als Andere die Meinung des Herrn Hamberger ergreifen. Denn sie sind es, welche behaupten, dass ein todter Druck, der sich in dem Körper, welchem er mitgetheilt worden, erhält, ohne dass ihn ein unüberwindliches Hinderniss wieder vernichtet, zu einer wirklichen Bewegung erwachse. Sie werden also

auch nicht leugnen können, dass ein Körper, der sich an die Theile einer Flüssigkeit, die ihn umgiebt, nach einer Richtung mehr anhängt, als nach der andern, alsdann eine wirkliche Bewegung erhalte, wenn diese Flüssigkeit von der Art ist, dass sie ihm seine Kraft durch ihren Widerstand nicht wieder vernichtet. Dieses muss sie von Demjenigen überzeugen, was ich jetzt behaupte, nämlich: dass ein Körper eine wirkliche Bewegung von einer Materie empfangen könne, welche selbst in Ruhe ist.

Entscheidung des Einwurfs, den der Herr von Leibnitz macht.

Wie werden wir also dem Streiche ausweichen, den der Herr von Leibnitz dem Cartesius'schen Gesetze, durch die Betrachtung der Weisheit Gottes beibringen wollte? Es kommt Alles darauf an, dass ein Körper eine wirkliche Bewegung erhalten könne, auch durch die Wirkung einer Materie, welche in Ruhe ist. Hierauf gründe ich mich. Die allerersten Bewegungen in diesem Weltgebäude sind nicht durch die Kraft einer bewegten Materie hervorgebracht worden; denn sonst würden sie nicht die ersten seyn. Sie sind aber auch nicht durch die unmittelbare Gewalt Gottes, oder irgend eine Intelligenz, verursacht worden, so lange es noch möglich ist, dass sie durch Wirkung einer Materie, welche im Ruhestande ist, haben entstehen können; denn Gott erspart sich so viele Wirkungen, als er ohne den Nachtheil der Weltmaschine thun kann, hingegen macht er die Natur so thätig und wirksam, als es nur möglich ist. Ist nun die Bewegung durch die Kraft einer an sich todten und unbewegten Materie in die Welt zu allererst hineingebracht worden, so wird sie sich auch durch dieselbe erhalten, und, wo sie eingebüsst hat, wiederherstellen können. Man müsste also eine grosse Lust zum Zweifeln haben, wenn man noch ferner Bedenken tragen wollte, zu glauben, dass das Weltgebäude keinen Abbruch erleiden dürfe, wenn gleich in dem Stosse

der Körper gewisse Kräfte verloren gingen, welche vorher darin waren.

§. 52.

Nach Leibnitz's Gesetz ist die Kraft in dem Anstosse eines kleinen elastischen Körpers gegen einen grössern vor und nach dem Stosse gleich.

Ich erhole mich wieder von einer Ausschweifung, die mich von der Hauptsache, darin ich verwickelt bin, etwas entfernt hat. Ich habe schon angemerkt, dass die Verfechter der lebendigen Kräfte sich insbesondere mit derjenigen Beobachtung sehr viel dünken lassen, dadurch sie gefunden haben, dass, wenn die Kraft der Körper nach dem Gesetze des Herrn von Leibnitz geschätzt wird, sich in dem Anlaufe elastisches Körper vor und nach dem Stosse alle Mal einerlei Grösse der Kraft befände. Dieser Gedanke, der auf eine so wundersame Art den lebendigen Kräften geneigt zu seyn scheint, soll uns vielmehr behülflich werden, dieselbe niederzuschlagen. Lasst uns folgendergestalt schliessen: dasjenige Gesetz, nach welchem, in dem Anlaufe eines kleinen elastischen Körpers gegen einen grössern, nach dem Stosse nicht mehr Kraft gefunden wird, als vor demselben, ist falsch. Nun ist Leibnitz's Gesetz von der Art, *ergo* etc. etc.

§. 53.

Die angeführte Beobachtung der Leibnitzianer ist den lebendigen Kräften gänzlich entgegen.

Unter den Vordersätzen dieser Schlussrede ist nur der *major* zu erweisen. Wir wollen dieses auf folgende Weise bewerkstelligen. Indem die Kugel *A* (siehe Fig. 8. S. 62.) gegen eine grössere *B* anläuft, so empfängt in

dem Augenblicke, darin *A* den Stoss ausübt und die Feder zudrückt, die wir die Elasticität nennen, der Körper *B* nicht mehr Kraft, als er durch seine Trägheitskraft in *A* vernichtet, und der Körper *A* im Gegentheil verliert nicht mehr von seiner Kraft durch den Widerstand der Masse *B*, der sich vermittelst der Intensität der Feder, die er spannt, in ihn fortpflanzt, als er in eben diese Kugel hineinbringt. Wenn man dieses leugnen wollte, so würde auch nicht mehr gewiss seyn, dass die in einen Körper übertragene Wirkung mit seiner Gegenwirkung gleich sey. Es ist also die Feder gespannt, und in beiden Körpern zusammen genommen ist eben dieselbe Kraft vorhanden, die vorher in der Kugel *A* allein befindlich war. Wenn diese Federn der beiderseitigen Elasticität nun losspringen, so dehnen sie sich gegen beide Kugeln gleich stark aus. Nun ist es klar, dass wenn *A* noch nach verübter Zudrückung der Federn in der Richtung *AE* eine so grosse Kraft besässe, als die ist, womit nun die ihm zugehörige Feder aufspringt, so würde die Aufspringung dieser Feder eben so viel Kraft der Kugel *A* benehmen können, als auf der andern Seite die Feder *DB* in *B* hineinbringt; und also würde freilich, nachdem Alles vollbracht ist, in den Körpern *A* und *B*, sowohl durch den Stoss, als durch die Elasticität, keine Kraft mehr befindlich seyn, als vorher in *A* allein war. Allein es ist vergeblich, dieses vorauszusetzen. Wenn der Stoss geschehen, und die Feder eben zugedrückt ist, so hat *A* eben so viel Geschwindigkeit als *B*, nach der Richtung *AE*, aber weniger Masse, also auch weniger Kraft, als die Feder in ihrer Losspringung ausübt; denn diese hat eine Kraft der Spannung, die so gross ist, als die Kraft der Kugel *B*. Hieraus folgt, dass die Elasticität nicht so viel von der Kraft, die in *A* befindlich ist, rauben kann, als sie dem Körper *B* mittheilt. Denn *A* hat nicht so viel Kraft, folglich kann sie ihm auch nicht genommen werden. Demnach muss durch die Wirkung der Elasticität in *B* ein neuer Grad Kraft hinzukommen, ohne dass dafür eben so viel auf der andern Seite abginge,

ja es erzeugt sich sogar noch dazu ebenfalls in *A* eine neue Kraft. Denn da die Elasticität nichts mehr von Kraft fand, was sie in *A* vernichten konnte, so setzte die Kugel sich derselben mit nichts als der Trägheitskraft entgegen, und empfing den Grad der Gewalt, den die Feder über die Kraft der Kugel *A* noch in sich hatte, um damit gegen *C* zurückzukehren.

Es ist also klar, dass in dem Falle, da ein kleiner federharter Körper gegen einen grössern anläuft, nach dem Stosse mehr Kraft vorhanden seyn müsse, als vor demselben. Nun würde man das Gegentheil setzen müssen, nämlich: dass nach dem Stosse nur eben dieselbe Grösse der Kraft sich finde, als vor demselben, wenn Leibnitz's Kräftemaass wahr wäre. Also müssen wir entweder dieses Gesetz leugnen, oder aller der Überzeugung absagen, die uns in diesem Paragraphen dargeboten worden.

§. 54.

Das Vorige erhellt noch deutlicher, wenn man den Fall nimmt, darin ein grösserer elastischer Körper einen kleineren stösst.

Wir werden von der Richtigkeit Desjenigen, was jetzt gesagt worden, vollkommen überführt werden, wenn wir den vorigen Fall umkehren und annehmen, dass die Kugel *B* (siehe Fig. 8. S. 62.) von grösserer Masse gegen die kleinere *A* anläuft. Denn hier verliert erstlich die Kugel *B* durch den Stoss gegen *A* nicht mehr, auch nicht weniger Kraft, als sie eben hierdurch in *A* erzeugt (wenn wir nämlich Dasjenige allein erwägen, was vorgeht, bevor die Elasticität sich hervorthut). Also ist, ehe die Federkraft ihre Wirkung thut, die Kraft in diesen Körpern weder vermehrt, noch kleiner geworden. Nun ist die Federkraft mit demjenigen Grade gespannt, womit der Körper *A* gegen *C* fortrückt, also ist ihre Intensität kleiner, als die Kraft, die in *B* nach der Richtung *BC* übrig ist, sie

wird sie also, wenn sie aufspringt, niemals erschöpfen, wenn sie gleich ihre ganze Gewalt anwendet. Und wenn nun also die Feder, die in dem Stosse gespannt worden, aufspringt, so wird sie zwar in den Körper *A* eine neue Kraft bringen, allein sie wird auch eben so viel in *B* vernichten, was sie jener Kugel mittheilt. Also wird auch durch die Federkraft die ganze Kraft nicht grösser werden; weil allemal von der andern Seite eben so viel geraubt wird, als auf der einen hineinkommt.

Wir sehen hieraus, dass einzig und allein in dem Falle, da ein grösserer Körper einen von kleinerer Masse stösst, einerlei Grad Kraft in dem Stosse aufbehalten werde; und dass in allen andern Fällen, wo die Elasticität nicht an der einen Seite so viel Kraft zu vernichten findet, als sie an der andern erzeugt, jederzeit die Kraft nach dem Stosse grösser werde, als vor demselben, welches das Leibnitz'sche Gesetz zerstört. Denn in demselben bleibt in allen nur möglichen Fällen immer eben dieselbe Grösse der Kraft in der Natur, ohne einigen Abgang oder Vermehrung.

§. 55.

Die Berechnung bestätigt es, dass in dem Falle, da ein grösserer Körper einen kleineren stösst, nach dem Cartesius'schen Gesetze eben dieselbe Grösse der Kraft verbleibe.

Die Leibnitzianer sollten uns also, wenn sie könnten, einen Fall vorlegen, da ein grösserer elastischer Körper einen kleinern anstösst, und der der Schätzung des Cartesius widerstritte, so würde Niemand dagegen etwas aussetzen können. Denn nur einzig und allein ein solcher Fall würde entscheidend und ohne Ausnahme seyn, weil man in demselben nach dem Stosse gewiss immer die ganze Grösse der Kraft vor demselben antrifft. Allein niemals hat sich irgend ein Vertheidiger der lebendigen

Kräfte gewagt, in dieser Art des Stosses das Cartesius'sche Gesetz anzugreifen; denn er würde nothwendig ohne Mühe wahrgenommen haben, dass die mechanischen Regeln mit der Cartesius'schen Schätzung hier ganz wohl übereinstimmen. Man nehme z. B. an, dass die Masse der Körper *B* dreifach, und *A* einfach sey, und dass *B* mit 4 Graden Geschwindigkeit gegen *A* anlaufe. Man argumentire alsdann nach der bekannten phoronomischen Regel: wie der Unterschied der Massen *A* und *B* zur Summe derselben, so verhält sich die Geschwindigkeit der Kugel *B* nach dem Stosse zur Geschwindigkeit vor demselben. Sie hat also 2 Grade. Ferner wie 2 B : $A+B$, so ist die Geschwindigkeit der Kugel *A* nach dem Stosse, zur Geschwindigkeit, die in *B* vor demselben war. *A* erlangt also 6 Grade Geschwindigkeit. Mithin ist, nach Cartesius'scher Schätzung, die Kraft nach dem *Conflictus* in beiden Körpern zusammen 12; vor demselben war sie aber auch 12. Und das ist es, was man verlangt hat

§. 56.

Die Kraft, womit der kleinere Körper von dem grössern abprallt, hat das Zeichen *minus*.

Wenn man die Quantität einer Kraft messen will, so muss man sie in ihren Wirkungen verfolgen. Man muss aber diejenigen Phänomena vorher davon absondern, die mit den Wirkungen zwar verbunden sind, aber keine eigentliche Folge der Kraft sind, die da geschätzt werden soll.

Wenn nun ein elastischer Körper einen andern von grösserer Masse anstösst, so wissen wir aus den Gesetzen der Bewegung, dass der kleinere mit einem gewissen Grade Kraft nach dem Schlage zurückkehre. Wir haben auch aus den letzten Paragraphen gelernt, dass diese Kraft, womit der kleine Körper von dem grössern abprallt, dem Überschusse derjenigen Kraft gleich sey, den die Anstren-

gung der lebendig gemachten Elasticität über die Kraft des Körpers *A* hat, womit dieser, ehe die Federkräfte beider Kugeln wirksam wurden, mit der Kugel *B* zusammen nach der Richtung *AE* fortrückte. Nun war (nach Demjenigen, was vorher erwiesen worden), so lange die Elasticität noch in dem Körper *A* eine Kraft antraf, die nach *AD* gerichtet war, welche sie nach eben demselben Maasse vernichten konnte, als sie in die Kugel *B* Kraft hineinbrachte, ich sage, so lange war nichts in beiden Körpern zusammen genommen, was nicht ganz genau dieselbe Quantität der Kraft in sich enthielte, die vorher in *A*, als der Ursache, allein vorhanden gewesen; folglich war so lange der Zustand beider Körper als eine rechtmässige Wirkung der Kraft, die *A* vor dem Anstosse hatte, anzusehen. Denn die Wirkung ist jederzeit weder grösser noch kleiner als die Ursache. Wir wissen aber ferner, dass, wenn die Federkraft schon alle Kraft vernichtet hat, die in *A* nach der Richtung *AE* noch übrig war, sie in beide Körper *A* und *B* neue Kräfte hineinbringe, welche über diejenigen also hinzukommen, welche die genuine und vollständige Wirkung der Kugel *A* ausmachten. Wir werden also diese aus der Bewegung beider Kugeln auf die Weise wieder herausziehen können, wenn wir dem Körper *A* die Kraft nehmen, mit der er nach dem Schlage zurückkehrt, und auch eben so viel von der Kraft abziehen, welche die Kugel *B* erlangt hat. Hieraus ist leicht zu ersehen, dass die Kraft, womit eine kleine elastische Kugel von einer grössern, an welche sie anläuft, abprallt, von einer verneinenden Art sey, und das Zeichen *minus* vor sich habe. Wenn z. B. eine Kugel *A* mit 2 Graden Geschwindigkeit gegen eine von dreifacher Masse *B* anläuft, so prallt sie nach dem Stosse mit einem Grade Geschwindigkeit ab, und giebt der Kugel *B* auch einen Grad. Die Kraft nun, womit *A* nach dem Stosse zurückkehrt, kann man nicht zu der Kraft der Kugel *B* hinzu thun, wenn man die ganze Grösse der Wirkung haben will, welche *A* verübt hat. Nein, sie muss sowohl dem Körper *A* weggenommen, als

auch von der Kraft, die in *B* ist, abgezogen werden. Der Uberrest, welcher 2 ist, wird die ganz vollständige Wirkung seyn, die durch die Kraft der Kugel *A* vollzogen worden. Also hat eine Kugel, die 2 zur Masse und 1 zur Geschwindigkeit hat, eben die Kraft als eine andere, welche eine einfache Masse und eine zweifache Geschwindigkeit besitzt.

§. 57.

Die Frau von Chastelet hat hierüber zur Unzeit gescherzt.

Es hat also der erleuchteten Frau Marquise von Chastelet gegen den Herrn von Mairan zur Unzeit gefallen scherzhaft zu seyn. Sie antwortet ihm auf eben die Beobachtung, die wir jetzt angeführt haben: sie glaubte, er würde nicht leichtlich einen Versuch machen, und sich auf dem Wege eines Körpers befinden wollen, der, mit dem Zeichen *minus* bemerkt, mit 500 oder 1000 Graden Kraft zurückschlüge. Ich glaube es auch, und ich würde mich sehr betrügen, wenn ich besorgte, dass Herr von Mairan sich einlassen würde, die Wahrheit auf diese Weise auszumachen. Allein die Sache kommt nicht darauf an, dass die Kraft, welche mit dem Zeichen *minus* bemerkt worden, nicht eine wirkliche Kraft sey, wie die Frau Marquise daraus zu schliessen scheint. Der Herr von Mairan hat dieses ohne Zweifel hiermit nicht sagen wollen. Sie ist in der That eine wirkliche Kraft, und würde auch wirkliche Wirkungen ausüben, wenn man sie auf die Probe stellen wollte. Nur dieses wird hierdurch angedeutet, dass sowohl diese Kraft als auch ein Theil der Kraft in der Kugel *B*, welcher ihr gleich ist, nicht zu der vollständigen Wirkung der Kugel *A* könne gerechnet werden, sondern dass man sie vielmehr so ansehen müsse, als wenn sie in *A* gar nicht vorhanden wäre, und dagegen noch von *B* abgezogen würde, und dass die nach diesem übrig bleibende Kraft alsdann

allererst die vollständige Wirkung der Kraft, die vor dem Anlaufe war, eigentlich darbiete. Wenn man aber eine Grösse so ansieht, so gilt sie in der Summirung weniger, als nichts, und erfordert das verneinende Zeichen.

§. 58.

Die Leibnitzianer fliehen vor der Untersuchung der lebendigen Kräfte durch den Stoss unelastischer Körper.

Nun werden meine Leser vermuthen, auch aus der Lehre von der Bewegung unelastischer Körper durch den Stoss, gewisse Beweise angeführt zu finden, deren die Anhänger der Leibnitz'schen Schätzung sich bedient hätten, die lebendigen Kräfte zu vertheidigen. Allein sie betrügen sich. Diese Herren finden die Bewegungen von der Art nicht für gar zu vortheilhaft für ihre Meinung; sie suchen sie also von dieser Untersuchung gänzlich auszuschliessen. Dies ist eine Krankheit, woran Diejenigen ordentlicher Weise darnieder liegen, die in der Erkenntniss der Wahrheiten Unternehmungen machen. Sie schliessen, so zu sagen, die Augen bei Demjenigen zu, was dem Satze, den sie sich in den Kopf gesetzt haben, zu widerstreiten scheint. Eine kleine Ausflucht, eine frostige und matte Ausrede, ist fähig ihnen genug zu thun, wenn es darauf ankommt, eine Schwierigkeit wegzuschaffen, die der Meinung, für die sie eingenommen sind, hinderlich ist. Man hätte uns in der Philosophie viel Fehler ersparen können, wenn man in diesem Stücke sich hätte einigen Zwang anthun wollen. Wenn man auf dem Wege ist, alle Gründe herbeizuziehen, welche der Verstand zu Bestätigung einer Meinung, die man sich vorgesetzt hat, darbietet, so sollte man mit eben der Aufmerksamkeit und Anstrengung sich bemühen, das Gegentheil auf allerlei Arten von Beweisen zu gründen, die sich nur irgend hervorthun, eben sowohl als man für eine beliebte Meinung im-

mer thun kann. Man sollte nichts verachten, was dem Gegensatze im Geringsten vortheilhaft zu seyn scheint, und es in der Vertheidigung derselben aufs Höchste treiben. In einem solchen Gleichgewichte des Verstandes würde öfters eine Meinung verworfen werden, die sonst unfehlbar wäre angenommen worden, und die Wahrheit, wenn sie sich endlich hervorthäte, würde sich in einem desto grössern Lichte der Überzeugung darstellen.

§. 59.

Der Stoss unelastischer Körper ist in Absicht auf die lebendigen Kräfte entscheidender als der Stoss der elastischen.

Es ist den Vertheidigern der lebendigen Kräfte schon öfters eingeschärft worden, dass die Bewegungen unelastischer Körper durch den Stoss viel geschickter sind, es auszumachen: ob die lebendigen Kräfte statthaben oder nicht, als die Bewegung der elastischen. Denn in diesen mischt sich die Federkraft immer mit ein, und macht die Verwirrungen unendlich, da hingegen jener ihre Bewegung durch nichts als die Wirkung und Gegenwirkung allein bestimmt wird. Es ist kein Zweifel, dass die Leibnitzianer sich durch die Deutlichkeit dieses Gedankens würden überzeugen lassen, wenn er nur nicht das ganze Gebäude der lebendigen Kräfte umkehrte.

§. 60.

Die Ausflucht der Leibnitzianer in Absicht auf den Einwurf, der ihnen von dem Stosse unelastischer Körper gemacht wird.

Sie sind daher genöthigt worden, zu einer Ausnahme ihre Zuflucht zu nehmen, welche vielleicht die schlechteste ist, der man sich jemals bedient hat. Sie behaupten

nämlich: dass sich stets in dem Stosse unelastischer Körper ein Theil der Kraft verliere, indem derselbe angewandt wird, die Theile des Körpers einzudrücken. Daher geht die Hälfte der Kraft, die ein unelastischer Körper hat, verloren, wenn er an einen andern von gleicher Masse, der in Ruhe ist, anstösst, und verzehrt sich bei dem Eindrücken der Theile.

§. 61.

Der Ursprung dieses irrigen Gedankens.

Dieser Gedanke hat mehr als eine schlimme Seite. Wir wollen einige derselben betrachten.

Es kann uns gleich beim ersten Anblicke nicht schwer werden, die Quelle dieses Irrthums wahrzunehmen. Man weiss es theils durch die Erfahrung, theils durch die Gründe der Naturlehre: dass ein harter Körper, der im Stosse seine Figur nur sehr wenig oder gar nicht ändert, allemal elastisch sey, und dass im Gegentheil die Theile unelastischer Körper so zusammen gefügt sind, dass sie beim Stosse weichen und eingedrückt werden. Diese Eigenschaften hat die Natur gemeiniglich zusammen verbunden; allein in einer mathematischen Betrachtung sind wir nicht genöthigt, sie zusammen zu nehmen.

Die Anhänger der lebendigen Kräfte haben sich hiermit verwirrt. Sie bilden sich ein, weil in der Natur ein unelastischer Körper gemeiniglich einen solchen Bau hat, dass seine Theile beim Stosse weichen und eingedrückt werden, so können die Regeln, die eine rein mathematische Betrachtung der Bewegung solcher Körper darbietet, ohne diese Eigenschaft auch nicht bestehen. Dies ist der Ursprung derjenigen Schwierigkeit, die wir §. 60. gesehen, und die ganz ohne Grund ist, wie wir jetzt lernen werden.

§. 62.

Erste Antwort auf die Ausnahme der Leibnitzianer.

In der Mathematik versteht man unter der Federkraft eines Körpers nichts anders, als diejenige Eigenschaft, durch die er einen andern Körper, der an ihn anläuft, mit eben demselben Grade Kraft wieder zurückstösst, mit welchem dieser an ihn angelaufen war. Daher ist ein unelastischer Körper ein solcher, der diese Eigenschaft nicht hat.

Die Mathematik bekümmert sich nicht um die Art und Weise, wie sich diese Eigenschaft in der Natur hervorthut. Es ist und bleibt bei ihr gänzlich unbestimmt, ob die Elasticität aus der Änderung der Figur und einer plötzlichen Herstellung derselben herfliesse, oder ob eine verborgene Entelechie, eine *qualitas occulta*, oder Gott weiss, was noch sonst für eine Ursache mehr, die Quelle derselben sey. Wenn man in den Mechaniken die Elasticität so beschrieben findet, dass sie aus der Eindrückung und Zurückspringung der Theile eines Körpers entstehe, so merke man, dass die Mathematiker, die sich dieser Erklärung bedienen, sich in dasjenige mengen, was sie nicht angeht, was zu ihrer Absicht nichts thut, und was eigentlich ein Vorwurf der Naturlehre ist.

Wenn demnach die Betrachtung eines unelastischen Körpers in der Mathematik nichts weiter voraussetzt, als nur, dass er in sich keine Kraft habe, einen Körper, der an ihn stösst, wieder zurück zu prellen, und wenn diese einzige Bestimmung dasjenige ist, worauf das ganze Hauptstück der Bewegung unelastischer Körper gebaut ist, so ist es ungereimt, zu behaupten, dass die Regeln dieser Bewegungen deswegen so beschaffen sind, weil die Eindrückung der Theile, der sich stossenden Körper, solche und keine andern Gesetze zulassen. Denn in den Grundsätzen, daraus man diese Gesetze gezogen, findet man keine Spur von dem Eindrücken der Theile. Alle Begriffe,

worauf man dieselben gebaut hat, sind so unbesimmt in Absicht auf diese Einschränkung, dass man unter die unelastischen Körper, ohne jenen Eintrag zu thun, eben sowohl diejenigen zählen kann, die in dem Stosse ihre Figur nicht ändern, als die, welche eine Zusammendrückung ihrer Theile erdulden. Hat man nun in der Construction dieser Gesetze gar nicht auf diese Eindrückung Acht gehabt, um die Regeln der Bewegung derselben gemäss einzurichten, oder auch nicht einmal solche Begriffe zum Grunde gelegt, welche diese Eindrückung mit einschliessen, so ist es ja sehr seltsam, auf diese die Schuld davon zu schieben, dass gedachte Gesetze so beschaffen sind, wie sie wirklich sind.

§. 63.

Zweite Antwort. Weil man einen Körper unelastisch nennen kann, wenn er gleich vollkommen hart ist.

Wir haben gesagt, dass in der Betrachtung, welche uns die Mathematik von der Bewegung unelastischer Körper darbietet, man diese auch als vollkommen hart ansehen könne, als wenn ihre Theile durch den Stoss nicht eingedrückt würden. Die Natur bietet uns auch Exempel dar, dass nicht eben derjenige Körper allemal unelastischer sey, dessen Theile mehr weichen, als die Theile eines andern, sondern dass öfters ein Körper, dessen Theile durch den Stoss in Vergleichung gegen einen andern fast gar nicht eingedrückt werden, doch weniger elastisch sey, als ein anderer, dessen Theile leichter weichen. Denn man lasse eine hölzerne Kugel auf das Pflaster niederfallen, sie wird bei Weitem nicht so hoch zurück springen, als eine ausgestopfte, die doch sehr leicht eingedrückt werden kann, und gegen welche zu rechnen, jene ungemein hart genannt werden kann. Hieraus sehen wir, dass der Körper sogar in der Natur nicht deswegen unelastisch sey, weil seine Theile eingedrückt werden, sondern nur deswegen, weil

sie sich nicht mit eben dem Grade Kraft wieder herstellen, mit welchem sie eingedrückt worden. Also können wir auch Körper setzen, deren Theile in dem Stosse unendlich wenig weichen, die aber zugleich so beschaffen sind, dass sie sich auch von dieser unendlich kleinen Zusammendrückung nicht wiederherstellen, oder wo sie es thun, doch nur lange nicht mit dem Grade der Geschwindigkeit, womit sie eingedrückt worden; wie etwa eine hölzerne Kugel thun würde, wenn man kleine Dinge mit grossen vergleichen darf. Dergleichen Körper, von denen ich rede, würden vollkommen hart*, aber doch unelastisch seyn. Man würde sie also von den Gesetzen des Stosses unelastischer Körper nicht ausnehmen können, und ihre Theile würden dennoch nicht eingedrückt werden. Wie würde hier die Ausnahme der Herren Leibnitzianer bestehen?

§. 64.

Dritte Antwort. Das Eindrücken der Theile ist kein Grund, weswegen in dem Stosse unelastischer Körper ein Theil der Kraft sollte verloren gehen.

Wir können den Leibnitzianern noch ihre Voraussetzung schenken; dass die unelastischen Körper immer eine Eindrückung ihrer Theile erleiden, und es soll uns doch nichts schaden. Ein Körper thut in einen andern beweglichen, dessen Theile er durch den Stoss eindrückt, eben dieselbe Wirkung, die er etwa ausüben würde, wenn sich zwischen beiden eine Feder befände, welche er durch den Anlauf zusammendrückte. Ich kann mich dieses Gedankens frei bedienen, weil er nicht allein plan und überzeugend ist, sondern weil er auch von einem grossen Schutzgotte der lebendigen Kräfte, dem Herrn Bernoulli, in eben demselben Falle gebraucht worden.

---

* Denn ein Körper, der nur unendlich wenig sich eindrücken lässt, kann ohne einen Irrthum vollkommen hart genannt werden.

Wenn nun eine Kugel *A* (siehe Figur 9., S. 68) gegen eine andere *B* bewegt wird, und die Feder *R* im Anlauf zudrückt, so, sage ich, treten alle die kleinen Grade der Kraft, welche angewandt werden, die Feder zusammen zu drücken, in die Masse des Körpers *B* über, und häufen sich so lange, bis sie in gedachten Körper *B* die ganze Kraft hineingebracht haben, womit die Feder ist zugedrückt worden. Denn der Körper *A* verliert keinen einzigen Grad der Kraft, und die Feder wird auch nicht um den geringsten Theil zugedrückt, als nur in so fern sie sich an den Körper *B* steift. Sie steift sich aber mit eben derselben Gewalt gegen diese Kugel, mit welcher sie nach dieser Seite aufspringen würde, wenn die Kugel plötzlich wiche, das ist, mit der Kraft, womit *A* sie von der andern Seite zugedrückt, und welche dieser Körper in ihrer Zusammendrückung aufwendet und verzehrt. Nun ist es augenscheinlich, dass eben derselbe Grad Kraft, mit der die Feder sich gegen *B* auszudehnen bemüht ist, und dem die Trägheitskraft der Kugel *B* widersteht, in dieselbe Kugel hineinkommen müsse. Also empfängt *B* die ganze Kraft, sich nach der Richtung *BE* zu bewegen, welche in *A* verzehrt ist, indem er die Feder *R* zusammendrückt.

Die Anwendung ist leicht zu machen. Denn die Feder *R* deutet die Theile der unelastischen Kugeln *A* und *B* an, die durch den Stoss eingedrückt werden. Es verzehrt also der Körper *A*, indem er in seinem Stosse gegen *B* von beiden Seiten die Theile eindrückt, nichts von seiner Kraft bei diesem Eindrucke, was nicht der Körper *B* überkommt und womit er sich nach dem Stosse bewegt. Es geht also kein Theil verloren, noch viel weniger ein so grosser Theil, als die Leibnitzianer fälschlich vorgeben.

§. 65.

Vierte Antwort. Von der Proportion der Härte unelastischer Körper, und dem Grade der Kraft des Anlaufs, der bei der Ausnahme der Leibnitzianer bestimmt seyn müsse.

Ich werde müde, alle Unrichtigkeiten und Widersprechungen auszukramen, die in dieser Schwierigkeit begriffen sind, welche die Leibnitzianer uns in der Sache von dem Stosse unelastischer Körper haben machen wollen. Die einzige, die ich noch anführen will, könnte allein genug seyn, sie unnütz zu machen.

Wenn man gleich unsern Gegnern alles Übrige verstattete, so kann man ihnen doch die Kühnheit nicht verzeihen, die in der Forderung steckt, dass sich in dem Stosse unelastischer Körper nicht mehr, auch nicht weniger, sondern nur gerade so viel von der Kraft durch das Eindrücken der Theile verzehren solle, als sie es selber in jedwedem Falle nach ihrer Schätzung nöthig finden. Es ist eine Verwegenheit, die unmöglich zu verdauen ist, dass man uns ohne allen Beweis zu glauben aufdringen will, ein Körper müsse in einem Stosse gegen einen gleichen gerade die Hälfte, in dem Stosse gegen einen dreifachen gerade $\frac{3}{4}$ der Kraft etc. etc., durch den Eindruck der Theile verlieren, ohne dass man uns einen Grund angeben kann, woher denn eben genau so viel und nicht mehr oder weniger darauf gehe; denn gesetzt, dass der Begriff eines unelastischen Körpers nothwendig einigen Verlust der Kraft beim Eindrücken erfordert, so weiss ich doch nicht, woraus man dann schliessen wollte, dass diese Abwesenheit der Elasticität erfordere, dass gerade so viel und nicht weniger Kraft verzehrt werden müsse. Die Leibnitzianer können doch nicht leugnen, dass, je geringer die Festigkeit der Masse der unelastischen Körper in Vergleichung mit der Kraft des Anlaufenden ist, desto stärker werde sich die Kraft beim Eindrücken der Theile verzehren, je

härter aber beide Körper sind, um desto weniger müsse sich von derselben verlieren; denn wenn sie vollkommen hart wären, so würde kein Verlust der Kraft statt finden. Es wird also ein gewisses bestimmtes Verhältniss der Härte zwei gleicher und unelastischer Körper dazu erfordert, wenn sich in dem Stosse gerade die Hälfte von der Kraft des Anlaufenden verzehren und vernichtet werden soll. Und ohne diese Proportion würde mehr oder weniger herauskommen, nachdem man die sich stossenden Körper weicher oder härter machte. Nun ist in den Regeln der Bewegung unelastischer Körper, wider welche die Leibnitzianer eine Ausnahme suchen, der Grad der Festigkeit, und noch vielmehr die Proportion derselben zur Stärke des Anlaufs gänzlich undeterminirt, folglich lässt sich aus denselben gar nicht verstehen, ob ein Eindruck der Theile geschehe, ob sich hierdurch eine Kraft verzehren, und wie viel von derselben verloren gehen werde, am allerwenigsten aber bieten sie einigen Grund dar, daraus sich verstehen liesse, dass in dem Anstosse einer Kugel an eine andere von gleicher Schwere gerade die Hälfte der Kraft verloren gehe. Denn dieses geschieht nicht, ohne ein gewisses ganz genau bestimmtes Verhältniss unter der Härte dieser Körper und der Gewalt des Anstosses. Da nun keine solche Bestimmung in den Grundsätzen anzutreffen ist, daraus die Gesetze des Stosses unelastischer Körper hergeleitet werden, die irgend einen Grund eines bestimmten Verlustes der Kraft in sich enthielte, so ist die Ursache, weswegen diese Regeln so und nicht anders beschaffen sind, nicht in die Eindrückung der Theile zu setzen, die gerade so viel Kraft in jedwedem Falle verlustig macht, als die Leibnitzianer für gut befinden, aufzuheben.

Anwendung unserer Schlüsse.

Nachdem nun der Vorwand, durch den sich die Vertheidiger der lebendigen Kräfte dem Schlage entziehen wollen, den ihnen alle Gesetze des Stosses unelastischer

Körper beibringen, auf mehr als eine Art unkräftig gefunden worden, so hindert uns nichts ferner, dieselben zu dem Dienste zu gebrauchen, den sie uns allemal sehr vortrefflich leisten werden, nämlich die lebendigen Kräfte aus dem Gebiete der Mathematik hinweg zu räumen, worin sie sich unrechtmässiger Weise eingedrungen haben.

§. 66.

Der Stoss unelastischer Körper hebt die lebendigen Kräfte gänzlich auf.

Es ist aber überflüssig, die Art und Weise hier weitläufig aus einander zu legen, wie die Bewegung unelastischer Körper die lebendigen Kräfte aufhebe. Ein jedweder Fall, den man nimmt, thut dieses ohne die geringste Ausnahme oder Schwierigkeit. Z. B. wenn ein unelastischer Körper *A* einen andern gleichartigen und gleich schweren *B*, der in Ruhe ist, anstösst, so bewegen sich beide nach dem Stosse mit $\frac{1}{2}$ Grade der Geschwindigkeit, die vor dem Anstosse war. Es ist also, nach der Leibnitz'schen Schätzungsart, in jedwedem nach verübtem Stosse $\frac{1}{4}$ Kraft, und also Alles zusammen $\frac{1}{2}$ Grad Kraft, da doch vor demselben ein ganzer Grad in der Natur vorhanden gewesen. Es ist also die Hälfte verloren gegangen, ohne eine Wirkung gethan zu haben, welche ihr gleich ist, oder auch ohne einen einzigen Widerstand erlitten zu haben, durch den sie etwa hätte verzehrt werden können, welches auch sogar nach dem Geständnisse unserer Gegner eine der grössten Ungereimtheiten ist, die man nur begehen kann.

§. 67.

Allgemeiner Beweis, dass der Zusammenstoss elastischer Körper immer den lebendigen Kräften entgegen seyn müsse.

Ich will diesen Abschnitt, darin wir die lebendigen Kräfte durch den Zusammenstoss der Körper widerlegt haben, nicht endigen, ohne vorher eine allgemeine Betrachtung beigefügt zu haben, die Alles in sich begreift, was man in dieser Art wider die lebendigen Kräfte nur immer wird sagen können. Ich werde in derselben darthun, dass wenn man gleich den Leibnitzianern ihre Kräfteschätzung schenken wollte, so sey es doch der Natur der Sache ganz entgegen, selbige aus dem Zusammenstosse der Körper erweisen zu wollen, und dass diese niemals ein anderes Maass als die schlechte Geschwindigkeit darbieten würde oder auch könnte, wenn gleich die Schätzung nach dem Quadrat eine ganz wahre und ungezweifelte Sache wäre. Es ist unmöglich, sage ich, dass sie aus dem Zusammenstosse der Körper sollte erkannt werden können, sie mag sich auch sonst in tausend andern Fällen so offenbar zeigen, als man immer wolle.

§. 68.

Ausführung dieses Beweises.

Mein Beweis beruht auf folgendem.

Man ist darin eins, dass man sich der Bewegung der Körper durch den Stoss auf keine andere Art zu dem Endzwecke, davon wir reden, bedienen könne, als dass man die Kraft, welche ein bewegter Körper durch den Stoss in andere hineinbringt, wie die Wirkung ansieht, mit der man die Quantität der Ursache abmessen muss, die sich erschöpft hat, sie hervorznbringen. Das ist, man muss die Grösse der Ursache in den Wirkungen aufsuchen, welche

eine Folge derselben sind. Es versteht sich also schon von selbst, dass man sich hierbei insbesondere darin wohl vorzusehen habe, dass man in den gestossenen Körpern nur diejenige Kraft nimmt, welche wirklich nichts anders ist, als die durch den Anlauf des andern Körpers unmittelbar hervorgebrachte Wirkung; denn sonst ist das ganze Maass, das man gesucht hat, betrüglich und unnütz. Es ist aber augenscheinlich, dass unmittelbar nach dem Augenblicke, darin der stossende Körper auf den gestossenen seine Wirkung verübt hat, alle Kraft, die sich alsdann in diesem befindet, eine ungezweifelte Wirkung des Stosses sey. Daher muss man sich nothwendig derselben und keiner andern bedienen, um sie zum Maasse der Kraft, die der anlaufende Körper in Hervorbringung derselben aufgewandt hat, zu machen. Nun hat ein Körper, der seine Bewegung durch den Anstoss eines andern überkommt, sofort nach dem Augenblicke, darin der Stoss die Kraft in ihn hineingebracht hat, und wenn er also sich von der Berührung des anstossenden noch nicht eine endliche Weite hat entfernen können, zwar schon alle die Kraft, die dieser ihm hat mittheilen können, allein noch keine wirkliche Bewegung, weil man ihm keine Zeit dazu gelassen hat, sondern nur eine blosse Bemühung zu derselben, mithin eine Kraft, die da todt ist und die schlechte Geschwindigkeit zu ihrem Maasse hat. Also hat sich die Kraft, die in dem stossenden Körper befindlich war, erschöpft, um in dem andern eine Kraft zu erwecken, deren ganz genaue Schätzung niemals etwas anders, als die blosse Geschwindigkeit seyn kann, wenn man auch gleich durch eine Hypothese in dem Stossenden eine setzen wollte, die, ich will nicht sagen, das Quadrat, sondern gar den Würfel, das Quadratoquadrat, und wer weiss was für Potenzen der Geschwindigkeit mehr, zum Maasse hätte.

Nun wäre es eine Ungereimtheit, die das Gesetz von der Gleichheit der Wirkung und der Ursache gänzlich umkehren würde, wenn man setzen wollte, dass eine Kraft, die die Schätzung nach dem Quadrat erfordert, eine

andere hervorzubringen aufgewandt wäre, die nach der Geschwindigkeit allein geschätzt würde. Denn weil jene unendliche Mal grösser als diese ist, so würde es eben so viel seyn, als wenn man sagen wollte, der ganze Inhalt eines Quadrats wäre angewandt worden, eine Linie und zwar eine endliche Linie hervorzubringen. Daher ist es klar, dass alle Gesetze, sowohl elastischer, als unelastischer Körper, niemals einen Beweis einer andern Schätzung, als der schlechten Geschwindigkeit darbieten werden, und dass sie schon ihrer Natur nach den lebendigen Kräften allemal müssen entgegen seyn, man mag gleich alle seine Erfindungskraft erschöpfen, Fälle zu erdenken, die das Ansehen haben, ihnen geneigt zu seyn.

§. 69.

Weil im vorigen Paragraphen Alles darauf ankommt, dass man nur diejenige Kraft des fortgestossenen Körpers zum Maasse der Kraft des anlaufenden annimmt, welche unmittelbar nach dem Augenblicke der mitgetheilten Wirkung in jenem anzutreffen ist, und eben da er sich von der Berührung des Anstossenden losmacht, allein dennoch, noch ehe diese Bewegung schon wirklich geschehen ist, so zweifle ich nicht, dass dieses der Punct seyn werde, dawider die Herren, die ich jetzt die Ehre habe, meine Gegner zu heissen, am meisten sich empören werden. Ich wollte, dass ich so glücklich wäre, ihnen mit Folgendem zuvor zu kommen.

Fortgesetzter Beweis, dass man in dem Stosse der Körper nichts als die Anfangsgeschwindigkeit des Gestossenen zu erwägen habe.

Entweder ist die Kraft, die der gestossene Körper hat, den Augenblick zuvor, ehe er sich von dem Stossenden entfernt, derjenigen Kraft gleich, die er hat, nachdem er

sich schon wirklich bewegt und von demselben entwichen ist, oder sie ist ihr nicht gleich. Ist das erste, so bedarf es nicht einmal meiner Einschränkung, sondern man kann die Kraft des gestossenen Körpers nehmen, in welchem Augenblicke der Bewegung man will, man wird sie aber allenthalben der Geschwindigkeit schlechthin gemäss finden*, weil sie derjenigen gleich ist, die er hatte, ehe seine Bewegung wirklich war. Ist sie ihr nicht gleich, so will man unfehlbar hiermit so viel sagen, dass die Kraft, die in dem gestossenen Körper befindlich ist, nachdem er sich schon von dem Anstossenden entfernt hat, grösser sey, als sie in der Berührung war. Wenn aber dieses ist, so gestehe ich, dass dieses eben die Ursache sey, weswegen ich mich derselben nicht bedienen könne, um die Kraft des Anlaufs danach zu schätzen. Denn wenn in dem gestossenen Körper, da er sich von dem Anlaufenden nach dem Stosse schon entfernt hat, ein Grad Kraft mehr ist, als wie in ihm war, so lange er diesen noch berührte, so ist dieser neue Grad Kraft auch keine Wirkung des anlaufenden Körpers, denn die Körper wirken nur so lange in einander, als sie sich berühren, sondern der erstere ist es allein. Daher kann man jene auch am füglichsten dazu brauchen, diejenige Kraft zu messen, die sich verzehrt hat, um sie hervorzubringen.

§. 70.

Wir haben die Schwierigkeiten glücklich überstiegen, die der Zusammenstoss der Körper dem alten Gesetze des Cartesius hätte machen können. Ich bilde mir ein, dass ich jetzt kühnlich sagen könne, dass die Partei des Herrn von Leibnitz ihm von dieser Seite nichts abgewinnen werde.

* Denn so lange die Bewegung des gestossenen Körpers noch nicht wirklich geworden ist (so lange er nämlich sich von dem stossenden noch nicht entfernt hat), so lange ist seine Kraft, selbst nach dem Geständnisse der Leibnitzianer, noch todt.

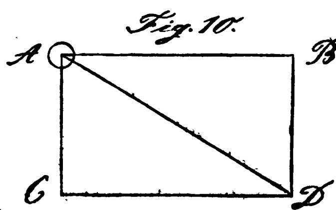
Wir wollen uns bemühen, dass wir uns von den Übrigen dieses auch rühmen können.

§. 71.

Von der Vertheidigung der lebendigen Kräfte durch die Zusammensetzung der Bewegung.

Lasst uns jetzt diejenigen Fälle in Erwägung ziehen, welche die Vertheidiger der lebendigen Kräfte von den zusammengesetzten Bewegungen der Körper zu Befestigung ihrer Schätzung entlehnt haben. Gleichwie eine schlimme Sache jederzeit das Merkmal an sich hat, dass sie sich gern hinter dunkle und verwickelte Fälle versteckt, so hat auch die Partei der lebendigen Kräfte sich die Verwirrung zu Nutze machen wollen, in die man leicht bei der Betrachtung der zusammengesetzten Bewegungen gerathen kann. Wir wollen uns bemühen, ihr die Decke der Dunkelheit abzuziehen, die den lebendigen Kräften bis daher einzig und allein geneigt gewesen. Herr Bülfinger hat sich um diese Art der Beweise am meisten verdient gemacht, und seine Gedanken sollen daher die ersten seyn, die wir auf die Probe stellen wollen.

Wir finden seine Abhandlung in dem ersten Bande des *Commentarius Petropolitanus*. Der Satz, der seinem ganzen Gebäude zum Grunde liegt, ist folgender. Ein Körper A, der zwei Bewegungen zu gleicher Zeit empfängt, eine nach der Richtung AB mit der Geschwindigkeit AB, und eine andere nach einer Richtung, welche mit der vorigen senkrecht verbunden ist, mit der Geschwindigkeit AC, bewegt sich die Diagonallinie dieses rechtwinkligen Parallelograms in eben der Zeit hindurch, darin er eine jedwede von den Seiten insbesondere durchlaufen würde. Es sind aber die nach den Seiten des



Parallelograms gerichteten Kräfte einander nicht entgegengesetzt, mithin kann die eine der andern auch nichts entziehen, und also wird die Kraft, die der Körper hat, wenn er beiden nachgiebt, nämlich wenn er sich in der Diagonallinie bewegt, den Kräften nach den Seiten zusammengenommen gleich seyn. Nun würde dieses nach Cartesius's Schätzung nicht statt finden. Denn die Diagonallinie *AD* ist immer kleiner, als die zwei Seiten *AB* und *AC* zusammen genommen; allein auch in allen andern möglichen Schätzungen würde die Kraft, die der Körper mit der Geschwindigkeit *AD* hat, der Summe der Kräfte mit den Geschwindigkeiten *AB* und *AC* niemals gleich seyn, als nur in dem einzigen Falle, da dieselben nach den Quadraten ihrer Geschwindigkeiten geschätzt werden. Hieraus schliesst Herr Bülfinger: die Kraft eines Körpers, der in wirklicher Bewegung ist, könne durch nichts anders als mit dem Quadrate seiner Geschwindigkeit abgemessen werden.

§. 72.

In welchem Verstande der Bülfinger'sche Beweis richtig sey.

Herr Bülfinger hat in seinem Beweise nicht gänzlich geirrt. Seine Schlüsse sind im Grunde der Sache vollkommen richtig; allein die Anwendung derselben ist eigentlich nur fehlerhaft, und hat das Merkmal eines übereilten Urtheils an sich.

Wenn man die Bewegung, die der Körper nach (siehe Figur 10., S. 98) der Seite *AC* hat, so ansieht, wie gewöhnlich ist, nämlich dass der Körper mit derselben bemüht ist, die Fläche *CD* perpendicular zu stossen, so ist gewiss, dass die andere Seitenbewegung in der Linie *AB* derselben in dieser Absicht gar nicht entgegengesetzt sey, weil sie mit der Fläche *CD* parallel läuft, folglich den Körper we-

der zu derselben hinzu, noch von ihr abzieht. Eben desgleichen wird die Seitenbewegung *AC* der Bewegung in der andern Seite *AB*, in Absicht auf die Wirkung, die der Körper mit ihr gegen die Fläche *BD* zu thun bemüht ist, gar nicht entgegen seyn, weil sie mit dieser Fläche gleichfalls parallel läuft. Was folgt aber hieraus? Nichts weiter, als dass der Körper, wenn er diesen beiden Seitenbewegungen zugleich nachgiebt und die Diagonallinie durchläuft, gegen die Flächen *CD* und *BD* eben die Wirkungen auf einmal ausüben werde, als er in abgesonderter Bewegung durch die Seiten würde gethan haben. Der Körper hat also in der Bewegung durch die Diagonallinie in Absicht auf die beiden Flächen *CD* und *BD* eine Kraft in sich, die der Summe beider Kräfte nach den Seiten gleich ist. Allein diese Gleichheit ist in ihm nur unter dieser Bedingung, die ich gesagt habe, anzutreffen.

§. 73.

Herr Bülfinger hat über den Sinn der Streitfrage hinausgeschlossen.

Herr Bülfinger band sich nicht an diese Bedingung, ungeachtet er sich dazu durch die Natur seines Beweises hätte genöthigt finden sollen. Er schloss geradezu: also hat der Körper in der Bewegung durch die Diagonallinie eine Kraft in sich, die der Summe beider Seitenkräfte gleich ist.

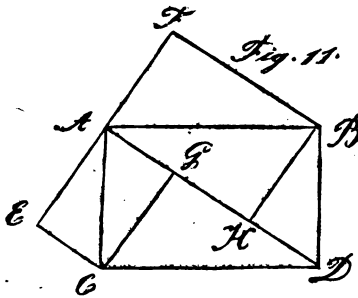
Dieser so uneingeschränkt vorgebrachte Satz nimmt ordentlicher Weise eine Bedeutung an, die von dem Sinne der Schlussfolge in dem Bülfinger'schen Beweise weit entfernt ist. Denn wenn man sagt: ein Körper, der die oder jene Geschwindigkeit besitzt, hat diese oder jene Kraft in sich, so versteht man darunter die Kraft, die er in der geraden Richtung seiner Bewegung, und auf einen Gegenstand, den er perpendicular anstösst, ausüben würde.

Man muss also, wenn auf eine so eingeschränkte Weise die Rede von der Kraft eines Körpers ist, ihre Grösse in keiner andern Bedeutung, als in dieser, zu bestimmen suchen, sonst glaubt man, der Körper habe in der geraden Richtung seiner Bewegung eine gewisse Kraft in sich, die er doch nur zur Seite bei einer gewissen Lage des Gegenstandes, den er anstösst, ausüben kann. Herr Bülfinger, der dieses aus der Acht gelassen hat, ist hierdurch der Beschuldigung einer *fallaciae ignorationis elenchi* ausgesetzt worden. Denn er hat den Sinn der Streitfrage verlassen, und anstatt dass er hätte beweisen sollen, der Körper werde in der Bewegung durch die Diagonallinie einen Gegenstand, der der Richtung dieser seiner Bewegung perpendicular entgegengesetzt ist, mit einer Kraft stossen, die der Summe der Kräfte, womit er durch die abgesonderten Seitenbewegungen die ihm unterliegenden Flächen anstossen würde, gleich ist, so bewies er, dass derselbe das Aggregat dieser Kräfte zwar ausübe, aber nur gegen die zwei Seitenflächen *CD* und *BD*, und nicht gegen die seiner Bewegung gerade entgegengesetzte Perpendicularfläche.

§. 74.

Eben derselbe Beweis ist in Absicht auf den Punct, warum gestritten wird, fehlerhaft.

Es kommt also Alles nur darauf an, dass ich beweise, ein in der Diagonallinie *AD* bewegter Körper habe in der geraden Richtung *AD* nicht die Summe der Seitenkräfte zusammen in sich. Ich brauche hierzu nichts weiter, als dass ich eine jedwede von den Seitenbewegungen als zusammengesetzt ansehe, wie die Mathematiker es zu thun



gewohnt sind. Die Seitenbewegung *AB* sey demnach aus der Bewegung *AF* und *AH*, die Seitenbewegung *AC* im Gegentheil, aus den Bewegungen *AE* und *AG* zusammengesetzt. Weil nun sowohl die Bewegung *AF*, als auch *AE* einander gerade widerstreiten, mithin weil sie gleich sind, sich auch aufheben, so sind nur die Bewegung mit der Geschwindigkeit *AH* und die mit der Geschwindigkeit *AG* übrig, womit der Körper in der Richtung der Diagonallinie fortfährt; und also ist nicht die ganze Kraft der beiden Seitenbewegungen in der Richtung der Diagonallinie vorhanden, sondern es ist in dieser Absicht nur ein Theil von derselben anzutreffen. Ferner, weil die Bewegungen *AF* und *AE* ohnedies mit der Fläche *BH*, die der Körper in der Diagonalbewegung perpendicular anstösst, parallel laufen, mithin keine von beiden dieselbe treffen kann, so sieht man sowohl aus diesem, als dem vorhergehenden, der Körper werde den seiner Bewegung durch *AD* senkrecht entgegengesetzten Gegenstand nicht mit der Summe der Kräfte nach den Seiten *AC* und *AB* anstossen.

§. 75.

Schluss hieraus.

Es ist jetzt Alles abgethan. Denn nunmehr wissen wir, dass ein Körper in der Bewegung durch die Diagonallinie gegen einen senkrecht entstehenden Vorwurf nicht die ganze Summe beider Seitenkräfte ausübe, die der Körper mit jedweder von seinen Seitenbewegungen gegen die ihnen gleichfalls perpendicular entgegengesetzten Flächen besitzt. Hieraus folgt nothwendig, die Kraft sey in der Bewegung

durch die Diagonallinie kleiner, als beide Seitenkräfte zusammengenommen; folglich könne die Kraft eines Körpers nicht nach dem Quadrate seiner Geschwindigkeit geschätzt werden. Denn in dieser Art der Schätzung würde gedachte Gleichheit nothwendig müssen angetroffen werden, die doch in der That nicht anzutreffen ist.

§. 76.

Aus dem Bülfinger'schen Falle werden die lebendigen Kräfte selbst widerlegt.

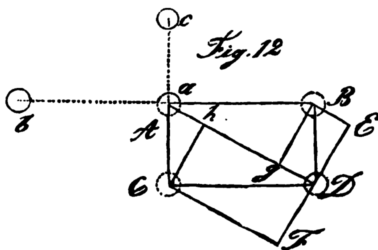
Wir wollen uns hieran nicht begnügen. Anstatt dass wir uns vor den Schlüssen des Herrn Bülfinger fürchten sollten, wollen wir sie lieber willig ergreifen, um des Cartesius's Gesetze dadurch zu beweisen. Eine gute Sache hat allemal dieses Merkmal an sich, dass selbst die Waffen der Gegner zur Vertheidigung derselben dienen müssen, und wir haben mehr als einmal gesehen, dass die unserige sich auch dieses Vorzugs rühmen könne (siehe Figur 11., Seite 102). Die Seitenbewegung *AB* bringt, nach dem, was jetzt erwiesen worden, in die Richtung der Diagonallinie keine andere Geschwindigkeit, als nur die Geschwindigkeit *AH*, womit der Körper in abgesonderter Bewegung die Fläche *BH* perpendicular treffen würde. Ferner bringt die andere Seitenbewegung *AC* für sich allein in die Richtung der Diagonallinie nur die Geschwindigkeit *AG*, womit der Körper die Fläche *CG* senkrecht anstossen würde. Aus den Kräften, welche diese beiden Bewegungen *AH* und *AG* mit sich führen, ist nun die ganze Kraft der Diagonallinie zusammengesetzt, und was also in jenen beiden nicht anzutreffen ist, das wird in dieser auch nicht vorhanden seyn, denn sonst würde in der Summe mehr enthalten seyn können, als in den *Summandis* zusammen. Es soll also die Kraft mit der Geschwindigkeit *AD*, der Kraft mit der Geschwindigkeit *AH*, *plus* der Kraft mit der Geschwindigkeit *AG* gleich seyn; und es fragt sich, was

für Potenzen von *AH*, von *AG* und von *AD* man nehmen müsse, damit die Summe der beiden ersten der letztern gleich sey. Hier ist es aus den leichtesten Gründen der Arithmetik klar, dass, wenn man die Kräfte durch eine Potenz der Linien *AH*, *AG* und *AD* schätzen wollte, die grösser ist als die erste Potenz, die auf diese Weise geschätzte Kraft des Körpers mit der Geschwindigkeit *AD* grösser seyn würde, als die Summe der Kräfte mit den Geschwindigkeiten *AH* und *AG*; wenn man aber eine kleinere Function (wie Herr Bülfinger sich ausdrückt) als die Function der schlechten Geschwindigkeiten nehmen wollte, so würde das Aggregat der Theilkräfte grösser seyn, als die ganze daraus entsprungene Kraft, welche die Geschwindigkeit *AD* zum Merkmal hat, im Gegentheil werden sie gleich befunden werden, wenn Alles zusammen nach der blossen Geschwindigkeit geschätzt wird. Hieraus folgt, man müsse entweder die Kräfte in Proportion der Geschwindigkeiten *AH*, *AG* und *AD* setzen oder zugeben, dass das Aggregat kleiner oder grösser seyn könne, als die *Aggregandi* zusammen.

§. 77.

Eben dieselbe Widerlegung auf eine andere Art.

Wir können eben dasselbe auch auf eine andere Art darthun. Wir nehmen, wie Herr Bülfinger, an, dass die Seitenkräfte *AB* und *AC* dem Körper *a* durch den Stoss zweier gleicher Kugeln mit den Geschwindigkeiten *bA*=*AB*, und *ca* = *AC*, mitgetheilt werden, und dass diese beiden zugleich geschehenen Antriebe die Bewegung und Kraft durch die Diagonallinie veranlassen. Wir wollen aber, weil es einerlei ist,



annehmen, dass diese Kugeln aus *C* und *B* ausliefen, und den Körper *a* im Puncte *D* mit den Geschwindigkeiten $CD = ba$ und $BD = ca$ anstiessen. Es ist unleugbar, dass der Körper *a* in diesem Orte von gedachten Kugeln eben die Kraft erhalten werde, als er im Puncte *A* erhalten konnte; denn der Ort macht gar keinen Unterschied, da alles Übrige sonst gleich ist. Es fragt sich also, was für eine Kraft die Kugel *a* im Puncte *D* von diesen zwei zu gleicher Zeit auf ihn geschehenen Stössen, *BD* und *CD*, gegen die Perpendicularfläche *FC* erhalten wird? Ich antworte; die Kugel *B* wird dem Körper *a* mit der Bewegung *BD* eigentlich nur die Geschwindigkeit *BE*, in Absicht auf die Wirkung auf diese Fläche, ertheilen, und von dem Anlaufe der Kugel C mit der Geschwindigkeit *CD* wird eben derselbe Körper *A* nur die Geschwindigkeit *CF* erlangen, womit er im Puncte *D* in die Fläche *FE* wirken kann. Denn die andern zwei Bewegungen, *Bg* und *Ch*, welche *a* annoch von diesem zwiefachen Stosse erhalten hat, gehen mit der Fläche parallel, folglich treffen sie dieselbe nicht, sondern vernichten sich vielmehr einander, weil sie einander entgegengesetzt und gleich sind. Es haben also beide Seitenkräfte *BD* und *CD*, oder, welches eben so viel ist, *AC* und *AB*, dem Körper, in Absicht auf die Fläche, die er in der Diagonalbewegung perpendicular trifft, nur eine solche Kraft ertheilt, die der Summe der Kräfte mit den Geschwindigkeiten *BE* und *CF* gleich ist, folglich erstlich nicht ihre ganzen Kräfte, zweitens eine solche Kraft, von der hier eben so augenscheinlich als im vorigen Paragraphen erhellt, dass sie sich zu denen, aus welchen sie zusammengesetzt ist, wie die Geschwindigkeit *AD* zu den Geschwindigkeiten *CF* und *BE*, und nicht wie die Quadrate derselben verhalten müsse.

§. 78.

Die gerade Kraft in der Diagonallinie ist nicht der Summe der Kräfte nach den Seiten gleich.

Wir sehen aus der bisherigen Betrachtung, dass, wenn man voraussetzt, die nach den Seiten des Parallelograms in der Diagonalbewegung ausgeübten Kräfte wären zusammen der Kraft in der Richtung der Diagonallinie gleich; hieraus folge: dass man die Kräfte nach den Quadraten der Geschwindigkeit schätzen müsse. Allein wir haben zugleich erwiesen, dass diese Voraussetzung falsch sey, und dass diejenigen Wirkungen, die ein Körper in schräger Bewegung ausübt, bis alle seine Kraft in ihm erschöpft ist, allemal grösser sey, als dasjenige, was er durch einen perpendicularen Stoss ausrichten würde.

Diese Beobachtung hat das Ansehen eines paradoxen Satzes. Denn es folgt hieraus, ein Körper könne in Ansehung gewisser ihm auf eine besondere Art entgegenstehender Flächen mehr Kraft ausüben, als man voraussetzt, dass er gar bei sich habe. Denn so viel Kraft sagt man, dass ein Körper habe, als er durch einen senkrechten Stoss gegen ein unüberwindliches Hinderniss aufwendet.

Wegen der metaphysischen Auflösung dieser Schwierigkeit dürfen wir nur immerhin unbekümmert seyn; denn es mag hiermit beschaffen seyn, wie es wolle, so thut die Mathematik doch einmal den Ausspruch, und nach ihrem Urtheile kann man nicht länger zweifeln.

§. 79.

In der Leibnitz'schen Kräfteschätzung ist die Summe der in schräger Richtung ausgeübten Kräfte der Diagonalkraft gleich; allein bei der Cartesius'schen ist jene oftmals unendliche Mal grösser als diese.

Aus der Zertheilung der Bewegung ist klar, dass, wenn ein Körper nach einander gegen viele Flächen in

schräger Richtung anläuft, er seine Bewegung alsdann gänzlich verliere, wenn die Summe der Quadrate aller *Sinuum angulorum incidentiae* dem Quadrate des *Sinus totus*, der die erste Geschwindigkeit seiner Bewegung anzeigt, gleich ist. Bis dahin sind alle Mechaniker einig, die Cartesianer hiervon nicht ausgenommen. Allein hieraus folgt für die Leibnitzianer insbesondere, dass der Körper, wenn man die Schätzung nach dem Quadrat stattfinden lässt, alsdann alle seine Bewegung verloren habe, wenn die in schräger Richtung ausgeübten Kräfte alle zusammen der Kraft, die ihm in gerader Bewegung beiwohnt, gleich sind. Hingegen nach der Cartesius'schen Schätzung verhält es sich hierbei ganz anders. Die Kräfte, die der Körper durch viele nach einander folgende Stösse in schräger Richtung ausübt, bis alle seine Bewegung verzehrt ist, sind nach derselben zusammen viel grösser, als die einzige unzertheilte Kraft, die er in gerader Bewegung besitzt. Also hat alsdann der Körper seine Bewegung noch nicht verloren, wenn die Summe aller in zertheilter Bewegung ausgeübten Kräfte seiner ganzen unzertheilten Kraft schon gleich ist. Denn ein Körper kann in Ansehung vieler schiefen Flächen weit mehr ausrichten, als gegen diejenige, die er in gerader Richtung perpendicular anstösst, und zwar dergestalt, dass (wenn man annimmt, die Neigung des Stosses geschehe auf alle schiefe Flächen in gleichen Winkeln) sich die Grösse der Kraft, die da nöthig ist, um einem Körper durch schräg entgegengesetzte Hindernisse seine Kraft zu verzehren, zu derjenigen, welche in gerader Richtung dieselbe aufheben würde, verhalte, wie der *Sinus totus* zu dem *Sinus* des Einfallswinkels*. Sie ist also z. B. wenn der *Sinus totus* zum *sinus anguli incidentiae*

---

* In meinem Exemplare, welches Kant selbst gebraucht hat, war von seiner Hand, mit der ihm in den Jahren 1750—70 eigenthümlichen festen Handschrift an den Rand geschrieben: *Haec sententia per cogitationes meas posteriores correcta est, sed salva nihilominus manent ea, quae inde derivantur.* Sch.

wie 2 : 1 ist, auch zwei Mal so gross als diese, wenn er wie 8 : 1 ist, acht Mal, und wenn dieser unendlich klein ist, auch unendliche Mal grösser, als die Gewalt der Hindernisse, die genug gewesen wäre, um ihm in gerader entgegengesetzter Richtung seine ganze Bewegung zu verzehren. Also nimmt nach der Leibnitz'schen Schätzung ein gewisses Hinderniss einem Körper seine Kraft gänzlich, die ihm doch von eben derselben in eben derselben Richtung nach der Schätzung des Cartesius nur unendlich wenig zu vernichten vermag, d. i. bei der Schätzung nach dem Quadrat ist der Verlust der Kraft des bewegten Körpers, wenn die ganze Gewalt der summirten Hindernisse, die er überwunden hat, endlich ist, auch endlich, der Körper mag nun diese Hindernisse in so schiefer Bewegung überwältigt haben, als man wolle; hingegen bei der Schätzung nach den Geschwindigkeiten kann die gesammte Kraft der ausgeübten Wirkungen eines Körpers endlich seyn, und der Verlust der Kraft des Körpers dennoch unendlich klein, wenn nur der Winkel, in welchem er alle diese Hindernisse überwindet, unendlich klein ist.

Dieser Unterschied ist erstaunlich. Es muss sich hiervon irgendwo in der Natur eine Wirkung zeigen, sie sey auch, wo sie wolle, und es wird sich der Mühe verlohnen, sie aufzusuchen. Denn die Folge derselben wird nicht allein diese seyn, dass man entscheiden könne, ob die Kraft eines Körpers in der Diagonallinie eines rechtwinkligen Parallelogramms der Summe der Seitenkräfte gleich sey oder nicht, sondern auch, ob die Schätzung des Herrn von Leibnitz oder die des Cartesius die wahre sey; denn die eine Frage ist mit der andern unzertrennlich verbunden.

§. 80.

Die lebendigen Kräfte werden durch einen neuen Fall widerlegt.

Die Bewegung eines Körpers in einer Cirkellinie um einen Mittelpunct, gegen den er durch seine Schwere gezogen wird (von welcher Art die Bewegungen der Planeten sind), ist der Fall, den wir suchen.

Lasst uns einen Körper annehmen, der einen hinlänglichen Centrifugalschwung erhalten hätte, um die Erde in einer Cirkellinie zu laufen. Lasst uns auch von allen Hindernissen ausser der Schwere abstrahiren, die seine Bewegung vermindern könnten; so ist gewiss, dass erstlich die Geschwindigkeit seiner Bewegung endlich seyn, hernach zweitens mit eben demselben Grade, in eben derselben Linie unvermindert ins Unendliche fortwähren werde. Diese zwei Lehnsätze setze ich zum Grunde, denn sie sind von beiden Parteien, der Leibnitz'schen sowohl als der Cartesius'schen, gebilligt. Ich setze ferner drittens zum Grunde, dass die Schwere in einen Körper, der sich frei bewegt, in einer endlichen Zeit eine endliche Kraft hineinbringe, oder auch in demselben verzehre, wenn die beiden Kräfte, die, welche dem Körper beiwohnt, und die, womit die Schwere drückt, einander entgegen wirken. Nun ist der angenommene Körper, der um den gegebenen Mittelpunct in einem Cirkel läuft, dem Drucke der Schwere unaufhörlich ausgesetzt, und erleidet also durch die Summe aller unendlich kleinen Schwerdrückungen in einer endlichen Zeit eine endliche Kraft, womit er gegen den Mittelpunct seiner Umwendung getrieben wird, *per Lemma* 3. Indessen hält der Körper, durch seine eigenthümliche Kraft, allen diesen auf ihn geschehenen Drückungen das Gleichgewicht, indem er sich immer in eben derselben Entfernung von dem Mittelpuncte erhält. Also hat in jedweder endlichen Zeit auch eine endliche Kraft in Ansehung der überwundenen Hindernisse der Schwere ausge-

übt. Nun ist aus dem, was wir §. 79. ersehen haben, klar, dass, wenn ein Körper in schiefer Richtung eine gewisse Anzahl Hindernisse überwunden hat, die zusammen eine endliche Grösse der Kraft betragen, er hierbei zugleich (wenn man die Leibnitz'sche Schätzung zugiebt) an seiner ihm beiwohnenden Kraft einen Verlust von einer endlichen Grösse erleiden müsse. Folglich verliert der angenommene Körper in jedweder endlichen Zeit seines Cirkellaufes durch die Zurückhaltungen der Schwere eine endliche Kraft, und also in einer gewissen bestimmten Zeit seine ganze Kraft und Geschwindigkeit; denn die Geschwindigkeit, die er in seinem Kreislaufe besitzt, ist nur endlich. *Lemma* 1.

Er kann also entweder gar nicht in einem Cirkel laufen, es sey denn, dass er eine unendliche Geschwindigkeit habe, oder man muss zugeben, dass ein Körper durch die Summe aller schrägen Wirkungen hier unendlich viel mehr ausrichten könne, als er in geradem Anlaufe Kraft besitzt, und dass das Leibnitz'sche Kräftemaass, das dieses nicht zugiebt, falsch sey.

§. 81.

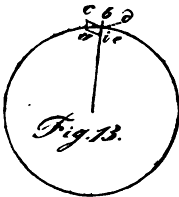
Erweis, dass ein in einem Cirkel laufender Körper gegen die Schwere eben so eine Wirkung ausübe, als wenn er gegen eine schiefe Fläche anliefe.

Weil der Gedanke, den wir hier ausgeführt haben, sehr fruchtbar von Folgen ist, so wollen wir alle kleine Schwierigkeiten um ihn wegräumen, und denselben so viel möglich ist, klar und eben machen.

Man muss zuerst deutlich begreifen lernen, dass die Kraft, die der bewegte Körper in der Cirkelbewegung anwendet, der Schwere das Gleichgewicht zu halten, eine schräge Wirkung ausübe, und mit dem Anlaufe eines Kör-

pers gegen eine schiefe Fläche zu vergleichen sey, so wie wir es wirklich im vorigen Paragraphen gethan haben.

Man stelle sich zu diesem Endzwecke die unendlich kleinen Bogen, die der Körper in seiner Cirkelbewegung durchläuft, als so viel unendlich kleine gerade Linien vor, so wie man auch in der Mathematik gewöhnlich den Cirkel als ein Polygon von unendlich vielen Seiten ansieht.



Der Körper, der nun die unendlich kleine Linie *ab* durchgelaufen ist, würde, wenn ihm die Schwere kein Hinderniss entgegen setzte, die gerade Richtung dieser Bewegung fortsetzen, und in dem zweiten unendlich kleinen Zeittheile in *d* seyn. Allein durch den Widerstand der Schwere wird er genöthigt diese Richtung zu verlassen, und die unendlich kleine Linie *be* zu beschreiben. Dieses Hinderniss der Schwere hat ihm, *per resolutionem virium*, also die Seitenbewegung *ac* genommen, welche durch die Perpendikellinie *ac* ausgedrückt wird, die auf die, bis in *c* verlängerte Linie *be* gefällt worden. Es erleidet also der Körper durch das Hinderniss der Schwere im Puncte *b* eben denselben Widerstand, den er von einer Fläche *ce* würde erlitten haben, gegen die er, unter dem Winkel *abc*, angelaufen wäre; denn das Hinderniss, welches diese Fläche ihm entgegensetzt, wird, eben so wie hier, durch die kleine Perpendikellinie *ac* ausgedrückt. Also kann man die Kraft, die ein Körper in seiner Cirkelbewegung gegen die Schwere ausübt, welche ihn herunter zieht, mit dem Anlaufe desselben gegen schiefe Flächen ganz wohl vergleichen, und auch auf eben die Weise wie diese schätzen. W. Z. E.

§. 82.

Der kreislaufende Körper thut in jedweder endlichen Zeit gegen die Hindernisse der Schwere eine Wirkung einer endlichen Kraft.

Der dritte von den angenommenen Grundsätzen unseres Beweises im 80. §. scheint zweitens noch einiger Bestätigung zu bedürfen; zum Wenigsten kann man, wenn man mit solchen Gegnern zu thun hat, auch in Ansehung der augenscheinlichsten Wahrheiten nicht behutsam genug seyn, denn der Streit von den lebendigen Kräften hat uns hinlänglich überführt, wie viel die Parteilichkeit in Ansehung gewisser Meinungen gewaltiger und einnehmender seyn könne, als die nackte Stärke der Wahrheit, und wie weit sich die Freiheit des menschlichen Verstandes erstrecke, bei den augenscheinlichsten Wahrheiten annoch zu zweifeln, oder sein Urtheil aufzuschieben.

Ich könnte mich wegen des Satzes: dass die Schwere in einen Körper, der sich frei bewegt, in jedweder gegebenen endlichen Zeit auch eine endliche Kraft hinein bringe, auf den 32. §. berufen; allein derselbe hat an den Vertheidigern der lebendigen Kräfte schon seine Gegner, und es ist besser, sie mit ihren eigenen Waffen niederzuschlagen. Der angenommene Körper, der in seiner Kreisbewegung in einer endlichen Zeit den Bogen *af* durchgelaufen ist, empfängt die Drucke aller der Federn der Schwere, welchen er in dem ganzen endlichen Raume *af* unaufhörlich ausgesetzt ist. Nun bringen, selbst nach dem Geständnisse der Leibnitzianer, die, in einem gewissen endlichen Raume befindlichen Federn der schwermachenden Materie, die ihren Drnck einem Körper durchgehends mittheilen, in denselben eine endliche Kraft: *ergo* etc.

§. 83.

Der Schluss.

Demnach besteht die in zertheilter Bewegung ausgeübte Kraft, wenn sie dem Quadrate der Seiten des recht-

winkligen Parellelogramms proportional geschätzt wird, sogar nicht mit den allerbekanntesten Gesetzen der Kreisbewegung der Körper, und mit den Centralkräften, die sie verüben. Es sind also die Seitenkräfte in jedweder zusammengesetzten Bewegung nicht, so wie die Leibnitz'sche Schätzung es erfordert, in der Proportion der Quadrate von ihren Geschwindigkeiten, und eben daher ist der Schluss auch allgemein: dass die Schätzung nach dem Quadrat gänzlich irre; denn eine jede Bewegnng kann als zusammengesetzt angesehen werden, wie aus den ersten Grundlehren der Mechanik bekannt ist.

§. 84.

Wie die Cartesius'sche Schätzung dieser Schwierigkeit abhelfe.

Es ist noch nöthig anzumerken, wie vortrefflich die Cartesius'sche Kräfteschätzung der Schwierigkeit abhilft, unter der die Leibnitz'sche erliegt, wie wir jetzt ersehen haben.

Es ist aus der Mathematik bekannt, dass die kleine Linie *ac* (siehe Fig. 13. S. 111.), die dem *Sinus versus bi*, des unendlich kleinen Bogens *ab*, parallel und gleich ist, ein unendlich kleines vom zweiten Grade sey, und also unendliche Mal kleiner als die unendlich kleine Linie *ab*. Nun ist aber *ac* der *Sinus* des Winkels, womit der Körper allenthalben in seiner Kreisbewegung dem Drucke der Schwere entgegen wirkt, und *ab*, als ein unendlich kleiner Theil der absoluten Bewegung des Körpers selber, ist der *Sinus totus* desselben. Es ist aber aus dem vorher erwiesenen §. 79. bekannt, dass, wenn ein Körper in schiefer Bewegung dergestalt gegen ein gewisses Hinderniss wirkt, dass der *Sinus* des Einfallswinkels, in Ansehung des *Sinus totus*, durchgehends unendlich klein ist, die durch die Hindernisse verlorne Kraft gegen die gesammte Gewalt aller überwundenen Hindernisse bei der Cartesius'schen Schätzung unendlich klein sey. Also verliert der Körper in seinem

Cirkellaufe durch die Drucke der Schwere nicht eher eine endliche Kraft, als bis er in der ganzen Summe aller der Zurückhaltungen der Schwere eine Kraft, die unendlich gross ist, überwunden hat. Nun beträgt aber die Summe aller Schwerdrückungen eine endliche Zeit hindurch nur eine endliche Kraft, §. 80. *Lemma* 3, und folglich nicht eher eine unendliche Kraft als nach einer unendlichen Zeit: also verliert der Körper, der um einen Mittelpunct, gegen welchen er durch seine Schwere gezogen wird, in einem Cirkel läuft, durch die Hindernisse der Schwere nur in einer unendlichen Zeit eine endliche Kraft, und folglich in jedweder endlichen Zeit unendlich wenig. Hingegen würde der Verlust bei der Leibnitz'schen Schätzung in eben diesen Umständen in jeder endlichen Zeit etwas Endliches betragen, §. 80. Folglich ist die Cartesius'sche Schätzung in diesem Falle der Schwierigkeit nicht unterworfen, welcher die Leibnitz'sche, wie wir gesehen haben, alle Mal ausgesetzt ist.

§. 85.

Noch ein neuer Widerspruch, welchem die lebendigen Kräfte hier ausgesetzt sind.

Der Einwurf, den wir jetzt den lebendigen Kräften gemacht haben, entdeckt zugleich eine seltsame Art des Widerspruchs in der Schätzung der Kräfte nach dem Quadrat. Denn Jedermann ist darin einig, dass die nach dem *Rectangulum*, der in sich selbst multiplicirten Geschwindigkeit, geschätzte Kraft unendlich mehr Gewalt haben müsse, als diejenige, die nur durch das schlechte Maass der Geschwindigkeit ausgedrückt wird, und dass sie in Ansehung dieser letztern Dasjenige sey, was die Fläche gegen die Linie ist. Allein hier zeigt sich gerade das Gegentheil, nämlich: dass in dem Falle, den wir gesehen haben, da beide Arten von Kraft in ganz gleiche Umstände zu wirken gesetzt werden, die Leibnitz'sche unendlich weni-

ger vermöge, als die Cartesius'sche, und durch unendlich weniger Hindernisse verzehrt werde, als diese, welches ein Widerspruch ist, der nicht grösser kann gedacht werden.

§. 86.

Widerlegung des Bernoulli'schen Falles von der Spannung 4 gleicher Federn.

Die Zerstörung des allgemeinen Grundsatzes von der in zusammengesetzter Bewegung befindlichen gleichen Grösse der Kraft mit der einfachen, wirft zugleich viele Fälle mehr über den Haufen, die die Verfechter der lebendigen Kräfte auf eben diesem Grunde erbaut haben.

Der Bernoulli'sche Fall, den Herr von Wolf in seiner Mechanik anführt, ist einer von den ansehnlichsten unter denselben. Er nimmt 4 Federn an, die alle gleiche Kraft nöthig haben gespannt zu werden. Er lässt ferner einen Körper mit 2 Graden Geschwindigkeit unter einem Winkel von 30 Graden, dessen *Sinus* wie 1 ist, gegen die erste, hernach mit dem Überreste der Bewegung, unter einem Winkel, dessen *Sinus* gleichfalls wie 1 ist, gegen die zweite, und so auch gegen die dritte, und endlich gegen die vierte Feder perpendicular anlaufen. Eine jedwede von diesen Federn nun spannt dieser Körper; er übt also mit 2 Graden Geschwindigkeit 4 Grade Kraft aus, folglich hat er sie gehabt, denn sonst hätte er sie nicht ausüben können. Daher ist die Kraft dieses Körpers nicht wie seine Geschwindigkeit 2, sondern wie das Quadrat derselben.

Ich verlange es nicht zu behaupten, dass der Körper mit 2 Graden Geschwindigkeit, unter keinerlei Umständen 4 Grade Kraft ausüben könne. Allein er kann sie nur in schiefem Anlaufe ausüben, und es ist genug, dass wir bewiesen haben, seine Kraft sey in geradem Anlauf doch jederzeit nur wie 2, und in schräger Bewegung allemal

grösser als in der perpendicularen. Jedermann schätzt aber die Kraft eines Körpers nach der Gewalt, die in senkrechtem Stosse in ihm anzutreffen ist. Also ist in derjenigen Art der Wirkung, die ohne Zweideutigkeit ist, darin alle Gegner zusammenstimmen, dass sie das wahre Maass der Kraft sey, der Vortheil auf der Seite des Cartesius gegen die Partei der lebendigen Kräfte.

§. 87.

Des Herrn von Mairan Einwendung gegen den Herrmann'schen Fall.

Es gründet sich endlich auf die Zusammensetzung der Bewegung noch ein Fall, den man wohl den Achilles unserer Gegner nennen könnte.

Er besteht hierin: ein Körper A, der 1 zur Masse, und 2 zur Geschwindigkeit hat, stösst auf einmal unter einem Winkel von 60 Graden zwei Körper B und B, die jeder zur Masse 2 haben. Hier bleibt der stossende Körper A nach dem Stosse in Ruhe, und die Körper B und B bewegen sich jeder mit einem Grade Geschwindigkeit, folglich beide zusammengenommen mit 4 Graden Kraft.

Der Herr von Mairan hat sehr wohl wahrgenommen, wie seltsam und paradox es herauskomme, dass ein besonderer und nur auf gewisse Umstände eingeschränkter Fall eine neue Kräfteschätzung beweisen sollte, die sich doch, wenn sie wahr wäre, ohne Unterschied bei allen und jeden Umständen hervorthun müsste. Die Leibnitzianer sind jederzeit so kühn zu verlangen, dass, wenn ein Körper 4 Grade Kraft ausübt, es sey auch in welcher Art es wolle, man allemal sicher sagen könne, er werde eben dieselbe Kraft auch in senkrechter Richtung ausüben; allein in diesem gegenwärtigen Falle ist es augenscheinlich, dass Alles auf eine bestimmte Anzahl der Elemente, welche bewegt werden sollen, und auf eine bestimmte Lage

derselben gegen den stossenden Körper ankomme, dass folglich die Sache sich ganz anders verhalten werde, wenn diese Bestimmungen geändert würden, mithin dass man sich sehr betrüge, wenn man so schliesst: der Körper hat in diesen Umständen diese oder jene Kraft verübt, also muss er (geradezu ohne alle Einschränkung zu reden) auch diese oder jene Kraft haben, und sie, wenn man will, auch in senkrechter Wirkung heraus lassen.

Ich habe mich jetzt nur bemühen wollen, den Sinn des Gedankens des Herrn von Mairan auszudrücken, welchen er in seiner Antwort auf die Einwürfe, die ihm die Frau von Chastelet in ihrer Naturlehre gemacht hatte, dem Herrmann'schen Falle entgegen setzte. Allein mich dünkt, die ganze Sache könne viel leichter und überzeugender, vermittelst Desjenigen, was wir bis daher in Ansehung der Zusammensetzung und Zertheilung der Kräfte angemerkt haben, abgethan werden, und sie sey auch grösstentheils hierdurch schon abgethan; weswegen ich glaube, der Leser dieser Blätter werde mich leicht durch Herbeiziehung Dessen, was ich hierbei erinnert habe, einer ferneren Weitläufigkeit überheben.

§. 88.

Nutzbarkeit der Methode des Herrn von Mairan.

Der Herr von Mairan ist der einzige unter den Vertheidigern des Cartesius, der über die Wahl der Gründe, worauf die Leibnitzianer eine neue Kräfteschätzung bauen wollen, einige Betrachtungen angestellt hat; allein er hat es auch nur in dem einzigen Falle gethan, den wir im vorigen Paragraphen angezogen haben. Diese Gattung der Untersuchung scheint von nicht grosser Erheblichkeit zu seyn, wenn man sie obenhin ansieht, allein sie ist in der That von ganz vortrefflichem Nutzen, so wie irgend nur eine Methode in der Kunst zu denken seyn mag.

Man muss eine Methode haben, vermittelst welcher man in jedwedem Falle, durch eine allgemeine Erwägung der Grundsätze, worauf eine gewisse Meinung erbaut worden, und durch die Vergleichung derselben mit der Folgerung, die aus denselben gezogen wird, abnehmen kann, ob auch die Natur der Vordersätze Alles in sich fasse, was in Ansehung der hieraus geschlossenen Lehren erfordert wird. Dieses geschieht, wenn man die Bestimmungen, die der Natur des Schlusssatzes anhängen, genau bemerkt, und wohl darauf Acht hat, ob man auch in der Construction des Beweises solche Grundsätze gewählt habe, die auf die besonderen Bestimmungen eingeschränkt sind, welche in der Conclusion stecken. Wenn man dieses nicht so befindet, so darf man nur sicher glauben, dass diese Schlüsse, die auf eine solche Art mangelhaft sind, nichts beweisen, ob man gleich noch nicht entdecken kann, worin der Fehler eigentlich liege, und wenn dieses gleich niemals bekannt würde. Also habe ich z. B. aus der allgemeinen Erwägung der Bewegung elastischer Körper geschlossen, dass die Phänomena, die sich durch ihren Zusammenstoss hervorthun, unmöglich eine neue Kräfteschätzung, die von der Cartesius'schen verschieden ist, beweisen könnten. Denn ich erinnerte mich, dass ja alle diese Phänomena von den Mechanikern aus der einzigen Quelle des Products der Masse in die Geschwindigkeit, zusammt der Elasticität aufgelöst werden, wovon man den Leibnitzianern hundert Proben aufzeigen kann, die alle die grössesten Geometer zu Urhebern haben, und welche man sie selber unzählige Male durch ihren eigenen Beifall bestätigen sieht. Also, schloss ich, kann Dasjenige, was blos durch die, nach dem schlechten Maasse der Geschwindigkeit, geschätzte Kraft hergebracht worden, auch von keiner andern Schätzung, als nur von der, nach der Geschwindigkeit, ein Beweisthum abgeben. Ich wusste damals noch nicht, wo eigentlich der Fehler in den Schlüssen der Leibnitzianer über den Zusammenstoss elastischer Körper zu suchen sey, allein, nachdem ich auf die ange-

zeigte Art überführt worden, es müsse irgendwo in denselben ein Fehlschluss stecken, er sey auch so verborgen, wie er wolle, so wandte ich alle Aufmerksamkeit an, ihn aufzusuchen, und mich dünkt, dass ich ihn an mehr als einem Orte angetroffen habe.

Diese Methode ist die Hauptquelle dieser ganzen Abhandlung.

Mit einem Worte: diese ganze Abhandlung ist einzig und allein ein Geschöpf von dieser Methode zu denken. Ich will es aufrichtig gestehen: ich habe alle diejenigen Beweise für die lebendigen Kräfte, deren Schwäche ich jetzt vollkommen zu begreifen glaube, anfänglich als so viel geometrische Demonstrationen angesehen, in denen ich nicht den geringsten Fehler vermuthete und auch vielleicht nie einen einzigen gefunden hätte, wenn die allgemeine Erwägung der Bedingungen, unter welchen die Schätzung des Herrn von Leibnitz festgesetzt wird, meiner Betrachtung nicht einen ganz andern Schwung ertheilt hätte. Ich sah, dass die Wirklichkeit der Bewegung die Bedingung dieses Kräftemaasses sey, und dass sie die eigentliche Ursache ausmache, weswegen man die Kraft des bewegten Körpers nicht so wie die Kraft des zur Bewegung strebenden schätzen solle. Allein als ich die Natur dieser Bedingung erwogen, begriff ich leicht, dass, da man sie mit der Bedingung der todten Kraft unter einerlei Geschlecht setzen kann, und sie sich von ihr nur durch die Grösse unterscheidet, sie unmöglich eine Folgerung haben könne, die von der Folgerung der Bedingungen einer todten Kraft *toto genere* unterschieden ist, und auch eben so unendlich sehr von dieser unterschieden bleibt, wenn gleich die Bedingung, die eine Ursache dieser Folgerung ist, der andern Bedingung so nahe gesetzt wird, dass sie sich schon beinahe mit ihr vermengt. Also sah ich mit einer Gewissheit, die der geometrischen gar nicht weicht, ein, dass die Wirklichkeit

der Bewegung kein hinlänglicher Grund seyn könne, zu schliessen, dass die Kräfte der Körper in diesem Zustande wie das Quadrat ihrer Geschwindigkeit seyn müssten, da sie bei einer unendlich kurz gedauerten Bewegung, oder, welches einerlei ist, bei der blossen Bestrebung zu derselben, nichts als die Geschwindigkeit zum Maasse haben. Ich schloss hieraus: wenn die Mathematik die Wirklichkeit der Bewegung als den Grund der Schätzung nach dem Quadrat für sich hat, und sonst nichts, so müssen ihre Schlüsse sehr hinken. Mit diesem gegründeten Misstrauen in Ansehung aller Leibnitz'schen Beweise bewaffnet, griff ich die Schlüsse der Vertheidiger dieser Schätzung an, um, ausser dem, dass ich nunmehr wusste, es müssten in denselben Fehler vorhanden seyn, auch zu wissen, worin sie bestehen. Ich bilde mir ein, mein Vorhaben sey mir nicht gänzlich fehl geschlagen.

§. 89.

Der Mangel dieser Methode ist eine Ursache mit gewesen, woher gewisse offenbare Irrthümer sehr lange sind verborgen geblieben.

Wenn man sich jederzeit dieser Art zu denken beflissen hätte, so hätte man sich in der Philosophie viel Irrthümer ersparen können, zum Wenigsten wäre es ein Mittel gewesen, sich aus denselben viel zeitiger heraus zu reissen. Ich unterstehe mich gar zu sagen, dass die Tyrannei der Irrthümer über den menschlichen Verstand, die zuweilen ganze Jahrhunderte hindurch gewährt hat, vornämlich von dem Mangel dieser Methode, oder anderer, die mit derselben eine Verwandtschaft haben, hergerührt hat, und dass man sich also dieser nunmehr vor andern zu befleissigen habe, um jenem Übel ins Künftige vorzubeugen. Wir wollen dieses beweisen.

Wenn man vermittelst gewisser Schlüsse, die irgendwo einen Fehler versteckt halten, der sehr scheinbar ist,

eine gewisse Meinung erwiesen zu haben glaubt, und man hat hernach kein anderes Mittel, die Ungültigkeit des Beweises gewahr zu werden, als nur so, dass sich zuerst der Fehler entdecke, der in demselben verborgen liegt, und dass man also vorher wissen müsse, was es für ein Fehler sey, der den Beweis verwerflich macht, ehe man sagen kann, dass einer in demselben befindlich sey, wenn man, sage ich, keine andere Methode als diese hat, so behaupte ich, der Irrthum werde ungemein lange unentdeckt bleiben, und der Beweis werde unzählige Male betrügen, ehe der Betrug offenbar wird. Die Ursache hiervon ist folgende. Ich setze voraus, dass wenn die in einem Beweise vorkommenden Sätze und Schlüsse vollkommen scheinbar sind, und das Ansehen der allerbekanntesten Wahrheiten an sich haben, so werde der Verstand demselben Beifall geben, und sich in keine mühsame und langwierige Aufsuchung eines Fehlers in demselben einlassen, denn alsdann gilt der Beweis, in Ansehung der Überzeugung, die dem Verstande daher entsteht, eben so viel, wie einer, der eine geometrische Schärfe und Richtigkeit hat, und der Fehler, der unter den Schlüssen versteckt liegt, thut, weil er nicht wahrgenommen wird, eben so wenig Wirkung zu der Verminderung des Beifalls, als wenn er in dem Beweise gar nicht anzutreffen wäre. Also müsste der Verstand entweder niemals einem Beweise Beifall geben, oder er muss es in diesem thun, wo er nichts erblickt, was einem Fehler ähnlich sieht, d. i. wo er keinen vermuthet, wenn gleich einer in ihm verborgen wäre. In einem solchen Falle also wird er niemals eine besondere Bestrebung zu Aufsuchung eines Fehlers anwenden, weil er keinen Bewegungsgrund dazu hat; folglich wird derselbe sich nicht anders, als vermittelst eines glücklichen Zufalls, hervorfinden, er wird also gemeiniglich sehr lange verborgen bleiben, ehe er entdeckt wird, denn dieser glückliche Zufall kann viele Jahre, ja oftmals ganze Jahrhunderte ausbleiben. Dies ist beinahe der vornehmste Ursprung der Irrthümer, die zur Schande des menschlichen Verstandes viele Zeiten hindurch fortge-

währt haben, und die hernach eine sehr leichte Betrachtung aufgedeckt hat. Denn der Fehler, der irgendwo in einem Beweise steckt, sieht dem ersten Anblicke nach einer bekannten Wahrheit ähnlich, also wird der Beweis als vollkommen scharf angesehen, man vermuthet mithin keinen Fehler in demselben, man sucht ihn also auch nicht, und daher findet man ihn nicht anders als zufälliger Weise.

Wie das Mittel beschaffen seyn muss, wodurch man der Langwierigkeit der Irrthümer vorbeugt.

Hieraus lässt sich leicht abnehmen, worin das Geheimniss werde zu suchen seyn, das dieser Schwierigkeit vorbeugt, und welches uns die Entdeckung der Irrthümer, die man begangen hat, erleichtert. Wir müssen die Kunst besitzen, aus den Vordersätzen zu errathen und zu muthmaassen, ob ein, auf gewisse Weise eingerichteter Beweis in Ansehung der Folgerung auch werde hinlängliche und vollständige Grundsätze in sich halten. Auf diese Art werden wir abnehmen, ob in ihm ein Fehler befindlich seyn müsse, wenn wir ihn gleich nirgends erblicken, wir werden aber alsdann bewogen werden, ihn zu suchen, denn wir haben eine hinlängliche Ursache, ihn zu vermuthen. Also wird dieses ein Wall gegen die gefährliche Bereitwilligkeit des Beifalls seyn, der ohne diesen Bewegungsgrund alle die Thätigkeit des Verstandes von der Untersuchung eines Gegenstandes abwenden würde, in dem er gar keine Ursache findet einen Zweifel und Misstrauen zu setzen. Diese Methode hat uns in den Paragraphen 25, 40, 62, 65, 68 geholfen, und sie wird uns noch ferner gute Dienste leisten.

§. 90.

Es würde eine Betrachtung von nicht geringem Nutzen seyn, wenn man diese Methode etwas deutlicher aus einander setzen, und die Regeln ihrer Anwendung zeigen

wollte, allein diese Art der Untersuchung gehört nicht unter die Gerichtsbarkeit der Mathematik, welcher doch eigentlich diese Abhandlung gänzlich eigen seyn sollte. Wir wollen aber annoch eine Probe ihres Nutzens, in der Widerlegung der Schlüsse, die zum Vortheil der lebendigen Kräfte aus der Zusammensetzung der Bewegungen entlehnt werden, darlegen.

In der Zusammensetzung der todten Drucke, z. B. der Gewichte, die nach schrägen Richtungen einen Knoten ziehen, werden, wenn diese Richtungen einen rechten Winkel einschliessen, die Anfangsgeschwindigkeiten derselben auch durch Linien ausgedrückt, welche Seiten eines rechtwinkligen Parallelogramms sind, und der hieraus entspringende Druck wird durch die Diagonallinie vorgestellt. Obgleich nun hier ebenfalls das Quadrat der Diagonallinie der Summe der Quadrate der Seiten gleich ist, so folgt doch hieraus keinesweges, dass sich die zusammengesetzte Kraft zu einer von den einfachen, wie das Quadrat der Linien, die die Anfangsgeschwindigkeiten ausdrücken, verhalten werde, sondern alle Welt ist darin einig, dass dessen ungeachtet die Kräfte in diesem Falle dennoch nur in schlechter Proportion der Geschwindigkeiten stehen. Man nehme nun auch die Zusammensetzung der wirklichen Bewegungen, so wie man sie durch die Mathematik vorstellt, und vergleiche sie hiermit. Die Linien, welche die Seiten und die Diagonale des Parallelogramms ausmachen, sind nicht anders, als die Geschwindigkeiten nach diesen Richtungen, eben so, wie es in dem Falle der Zusammensetzung todter Drucke beschaffen ist. Die Diagonallinie hat eben das Verhältniss gegen die Seiten, als sie dort hat, und der Winkel ist auch derselbe. Also ist nichts von den Bestimmungen, die in die mathematische Vorstellung der zusammengesetzten wirklichen Bewegungen hineinlaufen, von den unterschieden, unter denen man sich in eben derselben Wissenschaft die Zusammensätze der todten Drucke vorstellt. Da also aus diesen keine Schätzung der Kräfte nach dem Quadrat der Geschwindigkeit her-

fliesst, so wird sie aus jenen auch nicht können hergefolgert werden; denn es sind eben dieselben Grundbegriffe, mithin haben sie auch einerlei Folgerungen. Man wird noch einwenden, dass ja ein offenbarer Unterschied unter denselben anzutreffen sey, weil man voraussetzt, dass die eine von denselben eine Zusammensetzung wirklicher Bewegungen, die andere aber nur eine Zusammensetzung todter Drucke sey. Allein diese Voraussetzung ist eitel und vergeblich. Sie kommt nicht mit in den Plan der Grundbegriffe, die das Theorem ausmachen; denn die Mathematik drückt die Wirklichkeit der Bewegung nicht aus. Die Linien, die der Vorwurf der Betrachtung sind, sind nur Vorstellungen von dem Verhältniss der Geschwindigkeiten. Also ist die Einschränkung von der Wirklichkeit der Bewegung hier nur ein todter und müssiger Begriff, der nur nebenbei gedacht wird, und aus dem in der mathematischen Betrachtung nichts hergefolgert wird. Hieraus fliesst, dass aus dieser Art der Untersuchung der zusammengesetzten Bewegungen nichts Vortheilhaftes für die lebendigen Kräfte könne geschlossen werden, sondern dass es etwa untermengte philosophische Schlussreden seyn müssen, wovon aber jetzt nicht die Rede ist. Auf diese Weise haben wir durch Hülfe unserer angerühmten Methode jetzt begriffen, dass die mathematischen Beweise für die lebendigen Kräfte aus der Zusammensetzung der Bewegungen falsch und voller Fehler seyn müssen, wir wissen aber noch nicht, was es für Fehler sind, allein wir haben doch eine gegründete Muthmaassung, oder vielmehr eine gewisse Überzeugung, dass sie unfehlbar darin seyn werden. Also dürfen wir uns die Mühe nicht verdriessen lassen, sie mit Ernst aufzusuchen. Ich habe meine Leser dieser Mühe überhoben, denn mich dünkt, dass ich diese Fehler gefunden und in den kurz vorhergehenden Paragraphen angezeigt habe.

§. 91.

Die Unterscheidungen des Herrn Bülfinger, womit er dem Einwurfe des Herrn von Mairan entgehen will, werden vermittelst dieser Methode abgethan.

Unsere Methode ist endlich noch ein Schwert gegen alle die Knoten der Spitzfindigkeiten und Unterscheidungen, womit Herr Bülfinger seine Schlüsse, die wir bis daher widerlegt haben, gegen einen Einwurf, den ihn seine Gegner machen können, hat verwahren wollen. Es ist ein grosser Vortheil für uns, dass wir denselben abhauen können, da es sonst sehr mühsam seyn würde, ihn aufzulösen.

Herr Bülfinger hat sehr wohl bemerkt, dass man ihm einwenden würde, seine Beweise, wenn sie richtig wären, müssten eben Dasselbe auch für die Zusammensetzung todter Drucke beweisen. Er hat sich aber von dieser Seite durch ein Bollwerk von verwickelten metaphysischen Unterscheidungen, wie er sie zu machen weiss, befestigt. Er bemerkt: die Wirkung der todten Kraft müsse durch das Product der Intensität in den Weg, den sie nimmt, geschätzt werden, dieses aber werde durch das Quadrat dieser Linie ausgedrückt; also könne man den Cartesianern zwar gestehen, dass die Wirkungen in der Zusammensetzung todter Drucke gleich seyen, allein hieraus folgt noch nicht, dass die Kräfte deswegen auch gleich seyn müssten. Er setzt hinzu: *in motibus isochronis solum actiones sunt ut vires; non in nisu mortuo.* Eine metaphysische Untersuchung thut in einem mathematischen Streite eine sonderbare Wirkung. Der Mathematikkundige glaubt, dass er sich auf diese Spitzfindigkeiten nicht verstehe, und wenn er sie gleich nicht aufzulösen vermögend ist, so ist es doch weit entfernt, dass er sich durch dieselben sollte irre machen lassen. Er geht an dem Leitfaden der Geometrie fort, und alle anderen Wege sind ihm verdäch-

tig. Die Geometer haben sich in Ansehung der Ausflüchte des Herrn Bülfinger eben so aufgeführt. Es hat sich noch Niemand mit ihm, so viel ich weiss, auf diese Waffen eingelassen. Man hat sich diese Mühe mit gutem Vorbedachte erspart, denn eine metaphysische Untersuchung, insbesondere eine, die so verwickelt und zusammengesetzt ist, verstattet nach allen Seiten noch immer unzählige Schlupfwinkel, wohin der eine von den Gegnern sich retten kann, ohne dass ihn der andere zu verfolgen, oder hervorzuziehen, im Stande ist. Wir haben sehr wohl gethan, dass wir die Schlüsse des Herrn Bülfinger gleich anfangs von derjenigen Seite angegriffen haben, wo, nach seinem eigenen Geständniss, die Mathematik allein den Ausspruch thut. Allein vermittelst unserer Methode sind wir, wie ich schon gesagt habe, auch über diese Unterscheidungen Meister, wenn sie sich gleich hinter noch so undurchdringliche Decken der Dunkelheit verborgen haben.

Unsere Methode beugt den Unterscheidungen des Herrn Bülfinger vor.

Es ist hier vornämlich die Frage: ob die Unterscheidungen des Herrn Bülfinger den mathematischen Beweis, den er aus dem Verhältniss der Diagonallinie gegen die Seitenlinie, in der Zusammensetzung wirklicher Bewegungen, für die lebendigen Kräfte genommen hat, geltend machen können, oder ob dieser mathematische Beweis alles dessen ungeachtet, dennoch keine Schutzwehr der neuen Schätzung abgeben kann. Dies ist eigentlich der Punct, warum gestritten wird; denn wenn das Gebäude des Herrn Bülfinger nur auf metaphysischen Grundsätzen beruht, und nicht durch die mathematischen Begriffe von der Zusammensetzung der Bewegungen unterstützt wird, so entschuldigt uns schon die Absicht dieses Hauptstückes, wenn wir uns in die Untersuchung desselben nicht einlassen. Es wird aber das Verhältniss der Diagonalgeschwindigkeit gegen die Seitengeschwindigkeiten in der Zusammensetzung wirklicher

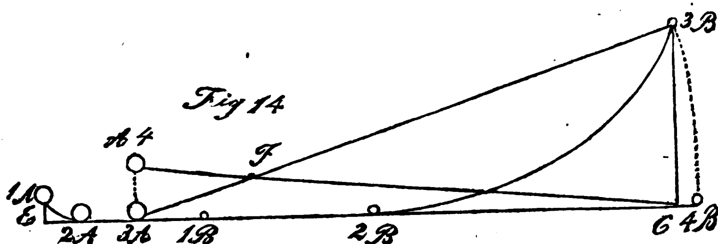
Bewegungen aus einem und eben demselben Grunde erwiesen, woraus man dieses Verhältniss ebenfalls in der Zusammensetzung todter Drucke herleitet. Es ist also wahr, wenn gleich in den zusammengesetzten wirklichen Bewegungen keine anderen Eigenschaften und Bestimmungen anzutreffen sind, als die sich bei den todten Drucken befinden, weil es hinlänglich bewiesen werden kann, ohne dass man etwas Anderes hierzu nöthig hat, als das, was man auch bei den todten Drucken, die zusammengesetzt werden, voraussetzen muss. Es kann also aus dem Verhältnisse der Diagonalgeschwindigkeit bei wirklichen Bewegungen nicht geschlossen werden, dass die zusammengesetzten Kräfte von anderer Natur und Schätzungsart seyn müssen, als die todten Drucke; denn eben dasselbe Verhältniss hat dennoch statt, wenn gleich die Natur der zusammengesetzten Kräfte von den todten Drucken gar nicht unterschieden ist, weil man keine andern Gründe braucht, um sie zu beweisen, als diejenigen, die man auch hier nöthig haben würde. Es ist also vergeblich, dass sich Herr Bülfinger derselben bedienen will, um hieraus zu schliessen, dass die Kräfte nicht in Proportion der Geschwindigkeiten, sondern ihrer Quadrate stehen.

Demnach können die metaphysischen Unterscheidungen, deren sich dieser Philosoph bedient hat, zwar vielleicht Etwas darbieten, woraus eine fortgesetzte philosophische Erwägung einige Gründe zum Vortheile der lebendigen Kraft ziehen würde; allein zur Emporhaltung desjenigen mathematischen Beweises, von dem wir reden, sind sie nicht hinlänglich, weil er schon seiner Natur nach dasjenige unbestimmt lässt, was zu der Regel, die man daraus ziehen will, erfordert wird.

§. 92.

Ein besonderer zusammengesetzter Fall des Herrn von Leibnitz.

Nach allen diesen unterschiedenen Gattungen der Beweise, deren Unrichtigkeit wir den Vertheidigern der lebendigen Kräfte gezeigt haben, komme ich endlich auf denjenigen, der den Herrn von Leibnitz, den Vater der lebendigen Kräfte, selbst zum Urheber hat, und auch das Merkmal seiner Scharfsinnigkeit bei sich führt. Er hat ihn bei der Gelegenheit, da er die Einwürfe des Abtes Catelan auflöste, in den *Actis Eruditorum (Acta* 1690) der Welt zuerst dargestellt. Er hat sich auch hernach jederzeit, wenn er seiner Kräfteschätzung ein Licht geben wollen, auf denselben insbesondere berufen. Also werden wir ihn, als eine Hauptstütze der lebendigen Kräfte, anzusehen und wegzuräumen haben.



Eine Kugel *A* von vierfacher Masse falle auf der schiefen und gebogenen Fläche, deren Höhe 1 *AE* wie 1 ist, aus 1 *A* in 2 *A*, und setze auf der Horizontalfläche *EC* ihre Bewegung, mit dem Grade Geschwindigkeit, den sie durch den Fall erlangt hat, und der wie 1 ist, fort. Man setze ferner, dass sie alle Kraft, welche sie hat, in eine Kugel *B* von einfacher Masse übertrage, und nach diesem selbst im Puncte 3 *A* ruhe. Was wird nun die Kugel *B*, die 1 zur Masse hat, von der Kugel *A*, die vier Mal mehr Masse und einen einfachen Grad der Geschwindigkeit hat, für eine Geschwindigkeit erhalten sollen, wenn

ihre Kraft hierdurch der Kraft, die der Körper *A* hatte, gleich werden soll? Die **Cartesianer** sagen: ihre Geschwindigkeit werde vierfach seyn müssen. Es laufe also der Körper *B* mit 4 Graden Geschwindigkeit auf der Horizontalfläche aus 1 *B* in 2 *B*, und nachdem er daselbst die schiefe und gebogene Fläche 2 *B* 3 *B* angetroffen, bewege er sich dieselbe hinauf, und erreiche mithin auf derselben, durch die ihm beiwohnende Geschwindigkeit, den Punct 3 *B*, dessen Perpendicularhöhe 3 *BC* wie 16 ist. Man nehme ferner die inclinirte Schnellwaage 3 *A* 3 *B* an, die sich an dem Puncte *F* bewegt, und deren ein Arm *F*3 *B* vier Mal und etwas Weniges darüber länger ist, als der andere Waagebalken 3 *AF*, die aber einander dennoch das Gleichgewicht halten. Wenn nun der Körper *B* den Punct 3 *B* erreicht und daselbst den Arm der Waage betritt, so ist klar, dass, weil der Balken *F* 3 *B*, in Ansehung des andern 3 *AF*, etwas grösser ist, als die Masse des Körpers 3 *A*, in Vergleichung mit der Masse der Kugel 3 *B*, so werde das Gleichgewicht gehoben seyn und der Körper 3 *B* aus 3 *B* in 4 *B* heruntersinken, zugleich aber die Kugel 3 *A* aus 3 *A* in 4 *A* sich erheben. Es ist aber die Höhe 4 *A* 3 *A* beinahe das vierte Theil der Höhe 3 *BC*, mithin wie 4; also hat der Körper *B* die Kugel *A* auf diese Weise zu einer beinahe vierfachen Höhe erhoben. Es kann nun durch ein leichtes mechanisches Kunststück gemacht werden, dass die Kugel 4 *A* aus 4 *A* in 1 *A* wieder zurück gehe, und mit der, durch seinen Zurückfall erlangten Kraft gewisse mechanische Wirkungen ausübe, hernach aber nochmals aus dem Puncte 1 *A* die schiefe Fläche 1 *A* 2 *A* herablaufe und Alles in den vorigen Zustand setze, auch der Kugel *B*, welche durch eine unmerklich kleine Neigung der Fläche 2 *B* 4 *B* wieder in dem Puncte 1 *B* seyn kann, alle seine Kraft, wie vorher, übertrage, und Alles noch einmal bewerkstellige. Der Herr **von Leibnitz** fährt fort zu schliessen, also folgt aus der Kräfteschätzung des **Cartesius**, dass ein Körper, wenn man sich seiner Kraft nur wohl bedient, ins Unendliche immer mehr und

mehr Wirkungen verüben, Maschinen treiben, Federn spannen und Hindernisse überwinden könne, ohne dass seinem Vermögen etwas entgehe, eben dieses ohne Aufhören noch ferner zu verüben; dass also die Wirkung grösser seyn könne, als ihre Ursache, und dass die immerwährende Bewegung, die alle Mechaniker für ungereimt halten, möglich sey.

§. 93.

Der Punct des Fehlschlusses in diesem Beweise.

Dieser Beweis ist der einzige unter allen Vertheidigungen der lebendigen Kräfte; dessen Scheinbarkeit die Übereilung entschuldigen könnte, welche die Leibnitzianer in Ansehung der Schutzgründe ihrer Schätzung bewiesen haben. Herr Bernoulli, Herr Herrmann und Herr Wolf haben nichts gesagt, was demselben an Erfindung und scheinbarer Stärke gleich käme. Ein so grosser Mann, als Herr von Leibnitz war, konnte nicht irren, ohne dass ihm sogar derjenige Gedanke rühmlich seyn musste, der ihn zum Irrthum verleitete. Wir wollen in Ansehung dieses Beweises Dasjenige sagen, was Hektor beim Virgil von sich rühmt:

- - - - - - *Si Pergama dextra*
defendi possent, etiam hac defensa fuissent.
Virg. Aeneid.

Ich will mein Urtheil über denselben kurz fassen. Der Herr von Leibnitz hätte nicht sagen sollen: dass der Zurückfall der Kugel *A*, nachdem sie vermittelst der Schnellwaage zu der vierfachen Höhe 4 *A* 3 *A* erhoben worden, und aus 3 *A* auf die schiefe Fläche 1 *A* wieder zurückkehrt, vorher aber mechanische Kräfte ausübt, eine Wirkung der auf die Kugel *B* übertragenen Kraft sey, so sehr dieselbe es auch scheint zu seyn. Diese ausgeübte mechanische Kraft ist, wie wir bald sehen werden, zwar der nachfolgende Zustand in der Maschine, der vermittelst

der in *B* übertretenen Kraft veranlasst worden; allein sie ist dennoch keine Wirkung dieser Kraft. Wir müssen die Vermengung dieser zwei Bedeutungen sehr sorgfältig vermeiden, denn hier ist der rechte Punct des Fehlschlusses, worauf aller Schein, der sich in dem Leibnitz'schen Beweise hervorthut, gegründet ist. Denn wenn alle diese mechanischen Folgen nicht eine rechte Wirkung der Kraft sind, die der Körper *A* in den andern *B* übertragen hat, so verschwindet alles Ansehen eines paradoxen Gedankens auf einmal, wenn man gleich sagt, dass mehr in dem nachfolgenden Zustande der Maschine enthalten sey, als in dem vorhergehenden. Denn es ist deswegen noch nicht die Wirkung grösser als ihre Ursache, und die immerwährende Bewegung selbst ist in diesem Falle keine Ungereimtheit, weil die hervorgebrachte Bewegung nicht die wahre Wirkung der Kraft ist, welche dieselbe eigentlich nur veranlasst hat, folglich auch immerhin grösser seyn kann als diese, ohne dass man gegen das Grundgesetz der Mechanik anstösst.

§. 94.

Die Kraft, welche *A* durch die Einrichtung der Maschine erhält, ist keine hervorgebrachte Wirkung der Kraft des Körpers *B*.

Der Körper *B*, in welchen man alle Kraft der Kugel *A* übertragen hat, wendet dieselbe gänzlich auf, indem er die schiefe Fläche 2 *B* 3 *B* hinauf läuft. In dem Puncte 3 *B* hat er also die ganze Grösse seiner Wirkung vollendet, und auch alle ihm mitgetheilte Kraft verzehrt. Indem er nun daselbst auf den Balken der Waage geräth, so ist es nicht mehr die vorige Kraft, womit er den Körper 3 *A* in die Höhe hebt, sondern die erneuerte Gewalt der Schwere thut allein diese Wirkung, die Kraft aber, die *B* von der Kugel *A* erhalten hatte, hat hieran keinen Antheil. Wenn ferner die Kugel *A* hierdurch bis in 4 *A* er-

hoben worden, so hat die überwiegende Kraft der Kugel 3 *B* auch auf diese Art ihre völlige Wirkung ausgeübt, und die Kraft, welche der Körper *B* empfängt, indem er aus 4 *A* in 1 *A* zurückkehrt, ist wieder eine Wirkung einer neuen Ursache, die von der Thätigkeit des Hebels gänzlich unterschieden, und auch viel grösser als dieselbe ist, nämlich des Druckes der Schwere, welcher dem Körper im freien Falle mitgetheilt wird. Also ist diejenige Kraft, womit der Körper *A* mechanische Wirkungen ausübt, ehe er wieder im Puncte 1 *A* ankommt, etwas, was zwar durch die Kraft der Kugel *B* veranlasst, das ist gewissen mechanischen Ursachen übergeben worden, aber sie selbst nicht zur hervorbringenden Ursache hat.

§. 95.

Dieses wird bestätigt.

Wenn die Leibnitzianer in dem nachfolgenden Zustande, der in der Natur entsteht, allemal gerade nur so viel Kraft setzen wollen, als der vorhergehende in sich enthält, so möchte ich gern wissen, wie sie sich nur aus dem Einwurfe heraushelfen wollten, den man ihnen aus ihrem eigenen Beweise machen kann. Wenn ich die Kugel *B* in 3 *B* auf die Schnellwaage setze, folglich sie daselbst den Balken niederdrückt, und den Körper *A* aus 3 *A* in 4 *A* erhebt, so ist dieses der vorhergehende Zustand der Natur, die Kraft aber, die *A* hernach erhält, indem er aus 4 *A* wieder zurückfällt, ist der nachfolgende Zustand, der durch den vorigen veranlasst wird. Es ist aber in diesem viel mehr Kraft enthalten, als in jenem. Denn das Übergewicht des Körpers 3 *B* über den Körper 3 *A* kann in Ansehung ihres eigenthümlichen Gewichts unvergleichbar klein seyn, also kann die Geschwindigkeit, womit 3 *A* gehoben wird, ungemein klein seyn gegen die Geschwindigkeit, die er durch den freien Zurückfall aus 4 *A* in 1 *A* erhält, denn hier häufen sich die unverminderten Drucke

der Schwere, dort aber nur solche, die gegen diese unvergleichbar klein sind. Also ist der nachfolgende Zustand der Kraft, der in der Natur ist, unstreitig grösser, als der vorhergehende, der ihn veranlasst hat.

§. 96.

Eben dieses aus dem Gesetze der Continuität erwiesen.

Es kommt hier Alles vornämlich darauf an, dass man überzeugt sey, die Kraft, welche *B* mit 4 Graden Geschwindigkeit besitzt, sey nicht die hervorbringende Ursache der Wirkung, die sich hier in der Maschine hervorthut, wie die Leibnitzianer voraussetzen müssen, wenn sie in des Cartesius's Gesetzen eine Ungereimtheit zeigen wollen. Denn wenn dieses wäre, so würde, wenn man diese Ursache nur um etwas Weniges verminderte, die Wirkung auch nur sehr wenig kleiner werden. Allein dieses zeigt sich hier in der Maschine ganz anders. Wenn wir setzen, dass der Körper 1 *B* etwas minder als 4 Grade Geschwindigkeit habe, so wird er nur bis zum Puncte *a*, auf der gebogenen Fläche 3 *Ba*, hinaufgelangen, wo die Länge 3 *AF* des einen Waagebalkens gegen die Länge des andern Waagarmes ganz genau im vierfachen Verhältnisse steht, wo also das Gewicht des Körpers *B* den Hebel nicht bewegt, noch den Körper 3 *A* im Geringsten aus seiner Stelle hinausrückt. Also wenn *B* einen Theil der Kraft weniger hat, der so klein angenommen werden kann, dass er fast gar nicht in Betrachtung kommt, so erlangt 3 *A* alsdann schon gar keine Kraft mehr; sobald im Gegentheil dieses Wenige noch hinzukommt, so wird 3 *A* nicht allein die Kraft, die er anfänglich hatte, wieder bekommen, sondern noch weit mehr darüber. Es ist augenscheinlich, dass dieser Sprung sich nicht zutragen würde, wenn die Kraft des Körpers 3 *B* die wahre hervorbringende Ursache desjenigen Zustandes wäre, der sich in der Maschine hervorthut.

§. 97.

Die ganze Grösse des zureichenden Grundes in dem vorhergehenden Zustande.

Wenn man die Anlegung des Hebels in dieser Maschine und ihre geometrische Bestimmung in Absicht auf die Proportion der Körper erwägt, wenn man hierzu noch das Übermaass des Verhältnisses der Höhe 3 *B* 4 *B* gegen die Höhe 1 *AE* über die Proportion der Masse des Körpers *B* zur Masse *A* hinzuthut (denn die Höhe 3 *B* 4 *B* ist gegen die Höhe 1 *AE* wie 16 zu 1, die Masse *A* aber gegen *B* nur wie 4 zu 1), so hat man die ganze Grösse derjenigen Bestimmungen, welche die Kraft in *A* veranlasst haben; hierzu nehme man noch die Drückungen der Schwere, welche vermittelst der vortheilhaften Anlegung der geometrischen Bestimmungen wirksamer gemacht werden, so hat man die ganze Zusammenfassung aller zureichenden Gründe, darin man die Grösse der Kraft, die in *A* entsteht, vollkommen wiederfinden wird. Wenn man hiervon die einzige Kraft des Körpers *B* absondert, so ist kein Wunder, dass sie viel zu klein befunden wird, um in ihr den Grund der Kraft, die in *A* hineinkommt, darzulegen. Alles, was der Körper *B* hierbei thut, ist, dass er zu gleicher Zeit, da er die Zurückhaltungen der Schwere überwindet, eine gewisse Modalität gewinnt, das ist, eine gewisse Quantität der Höhe, die nämlich grösser ist als nach Proportion seiner Geschwindigkeit, und folglich auch seiner Masse.

So ist denn die Kraft des Körpers *B* nicht die wahre wirkende Ursache der Kraft, welche in *A* erzeugt wird, es wird in Ansehung ihrer also das grosse Gesetz der Mechanik: *effectus quilibet aequipollet viribus causae plenae*, ohne Gültigkeit seyn; und es kann immerhin auf diese Weise eine immerwährende Bewegung hervorgebracht werden, ohne dass dieses Grundgesetz im Geringsten verletzt wird.

§. 98.

Die einzige Schwierigkeit, die noch in dem Leibnitz'schen Argumente stecken könnte.

Es besteht also Alles, was der Herr von Leibnitz mit seinem Argumente uns entgegensetzen kann, darin, dass es, wenn man gleich die gänzliche Unmöglichkeit der Sache nicht darthun kann, dennoch sehr unregelmässig und widernatürlich herauskomme, dass eine Kraft eine andere grössere, als sie ist, erwecke, es mag nun auf eine Art geschehen, wie sie wolle. Der Herr von Leibnitz lenkt sich selbst auf diese Seite (*Act. Erud.* 1691, p. 542). *Sequeretur etiam causam non posse iterum restitui suoque effectui surrogari; quod quantum abhorreat a more naturae et rationibus rerum facile intelligitur. Et consequens esset: decrescentibus semper effectibus, neque unquam crescentibus, ipsam continue rerum naturam declinare, perfectione imminuta, neque unquam resurgere atque amissa recuperare posse sine miraculo. Quo in Physicis certe abhorrent a sapientia constantiaque conditoris.* Er würde so gelinde nicht geredet haben, wenn er nicht gesehen hätte, dass die Natur der Sache ihm diese Mässigung auferlege. Man mag nur gewiss versichert seyn, dass er mit dem ganzen Donner seines geometrischen Bannes und aller Gewalt der Mathematik wider seinen Feind aufgezogen wäre, wenn seine Scharfsinnigkeit diese Schwäche nicht wahrgenommen hätte. Allein er sah sich genöthigt, die Weisheit Gottes zu Hülfe zu rufen, ein gewisses Merkmal, dass die Geometrie ihm keine tüchtigen Waffen dargeboten hätte.

Nec DEUS intersit, nisi dignus vindice nodus
Inciderit - - - - - - - - -

Horat. de arte poët.

Wird beantwortet.

Allein auch die kleine Schutzwehr ist von keiner Beständigkeit. Es ist hier blos von der Schätzung der Kräfte,

welche durch die Mathematik erkannt wird, die Rede, und es ist kein Wunder, wenn dieselbe der Weisheit Gottes nicht vollkommen genug thut. Dies ist eine, aus dem Mittel aller Erkenntnisse herausgenommene Wissenschaft, die für sich allein nicht mit den Regeln des Wohlanständigen und Geziemenden genugsam besteht, und die mit den Lehren der Metaphysik zusammengenommen werden muss, wenn sie auf die Natur vollkommen angewandt werden soll. Die Harmonie, die sich unter den Wahrheiten befindet, ist wie die Übereinstimmung in einem Gemälde. Wenn man einen Theil insbesondere herausnimmt, so verschwindet das Wohlanständige, das Schöne und Geschickte; allein sie müssen alle zugleich gesehen werden, um dasselbe wahrzunehmen. Die Cartesius'sche Schätzung ist den Absichten der Natur zuwider, also ist sie nicht das wahre Kräftemaass der Natur; allein dieses hindert dennoch nicht, dass sie das wahre und rechtmässige Kräftemaass der Mathematik seyn sollte. Denn die mathematischen Begriffe von den Eigenschaften der Körper und ihrer Kräfte sind noch von den Begriffen, die in der Natur angetroffen werden, weit unterschieden, und es ist genug, dass wir gesehen haben, die Cartesius'sche Schätzung sey jenen nicht entgegen. Wir müssen aber die metaphysischen Gesetze mit den Regeln der Mathematik verknüpfen, um das wahre Kräftemaass der Natur zu bestimmen; dieses wird die Lücke ausfüllen und den Absichten der Weisheit Gottes besser Genüge leisten.

§. 99.

Der Einwurf des Herrn Papin.

Herr Papin, einer von den berüchtigsten Widersachern der lebendigen Kräfte, hat die Sache des Cartesius gegen diesen Beweisgrund des Herrn von Leibnitz sehr unglücklich geführt. Er hat seinem Gegner das Schlachtfeld geräumt und ist querfeldein gelaufen, um irgendwo einen

Posten zu behaupten, der ihn schützen sollte. Er giebt dem Herrn von Leibnitz zu, dass, wenn man voraussetzt, der Körper *A* habe seine ganze Kraft in den Körper *B* übertragen, nach Cartesius'scher Schätzung eine immerwährende Bewegung erfolge, und gesteht ihm sehr gutherzig zu, dass diese Art der Bewegung eine Ungereimtheit sey: *Quomodo autem per translationem totius potentiae corporis A in corpus B juxta Cartesium obtineri possit motus perpetuus evidentissime demonstrat, atque ita Cartesianos ad absurdum reductos arbitratur. Ego autem et motum perpetuum absurdum esse fateor, et Cl. Vir. demonstrationem ex supposita translatione esse legitimam.* Nachdem er seine Sache auf diese Weise verdorben hat, so sucht er seine Ausflucht darin, dass er die Voraussetzung seines Gegners, die ein sehr zufälliges Stück seines Arguments ist, leugnet, und ihn herausfordert, ihm diesen Knoten aufzulösen. Folgende Worte geben seine Meinung zu erkennen: *Sed Hypothesis ipsius possibilitatem translationis nimirum totius potentiae ex corpore A in corpus B pernego etc.* - - - *(Act. 1691, p. 9.)*

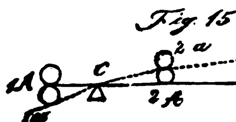
§. 100.

Ein Vergehen des Herrn von Leibnitz.

Der Herr von Leibnitz hat seinen Gegner auf einmal entwaffnet und ihm nicht die geringste Ausflucht übrig gelassen. Er hat ihm gezeigt, dass die wirkliche Übertragung der Kraft kein wesentliches Stück seines Beweises sey, und dass es genug sey, in *B* eine Kraft zu setzen, die der Kraft in *A* substituirt werden könne. Man kann Alles in der Abhandlung, die er den *Actis* einverleibt hat, und die wir schon angezogen haben, bewiesen antreffen. Ich kann aber nicht unterlassen, ein Vergehen des Herrn von Leibnitz anzuführen, welches in einer öffentlichen Disputation seinem Gegner den Sieg würde in die Hände gespielt haben. Es besteht darin, dass er Etwas, was,

wie er selbst erinnert, eigentlich zur Hauptsache nicht gehört, zugiebt, um einen Nebenumstand im Argumente darzuthun, was aber, wenn es angenommen wird, zwar diese Nebenbedingung bewährt, allein den Hauptpunct im Beweise gänzlich umkehrt.

Die Sache verhält sich also: Herr **Papin**, der es sich in den Kopf gesetzt hatte, keine andere Ausnahme in dem Einwurfe seines Gegners zu machen, als diejenige: dass es unmöglich sey, dass ein Körper seine ganze Kraft einem andern mittheile, suchte dem Herrn **von Leibnitz** alle die Kunststücke verdächtig zu machen, wodurch er dieses zu leisten vermeinte. Daher widerstritt er ihm mit allem Eifer, dass der vierfache Körper 1 *A* durch einen Stoss auf den vollkommen steifen Hebel 1 *ACB*, im Puncte 1 *A*,



dessen Entfernung vom Ruhepuncte *C* gegen die Entfernung *CB* viertheilig ist, dem einfachen Körper *B* seine ganze Kraft mittheilen könne; denn dahin lenkte sich der Herr **von Leibnitz** in Behauptung seines mechanischen Falles, von dem wir gehandelt haben. Herr **Papin** wurde den Vortheil nicht gewahr, den seine Sache erhalten konnte, wenn er diese Auflösung ergriffen und daraus selbst gegen die lebendigen Kräfte geschlossen hätte. Er fasste daher dieselbe an, aber mit so schwachen Gründen, die seinem Gegner den Muth vermehrten, auf der Behauptung desselben zu beharren. **Leibnitz** bestand also auf der Richtigkeit dieses Kunstgriffs, dessen er sich glaubte bedienen zu können, um in einen Körper die ganze Kraft eines andern durch einen einzigen Stoss zu versetzen. Er nahm die Gründe, die **Papin** angeführt hatte, die Scheinbarkeit desselben zu zeigen, mit Dankbarkeit an, und räumte die Schwierigkeiten weg, womit derselbe diese hinwiederum zu vereiteln vermeinte. Ich glaube, dass er Folgendes in rechtem Ernst gesagt habe: *Cum Florentiae essem, dedi amico aliam adhuc demonstrationem, pro possibilitate trans-*

lationis virium dotalium etc. corpore majore in minus quiescens, prorsus affinem iis ipsis, quo Cl. Papinus ingeniosissime pro me juvando excogitavit, pro quibus gratias debeo imo et ago sinceritate ejus dignas. Wir wollen jetzt sehen, dass Leibnitz seiner Sache einen sehr schlechten Schwung gegeben habe, indem er auf der Behauptung dieses Satzes steif beharrte, den er seinem Gegner vielmehr hätte einräumen sollen; denn alsdann hätte er zwar die Nebensache verloren (deren Verlust ihm aber gar keinen Nachtheil bringen konnte); allein die Hauptsache würde er gewonnen haben, Herr Papin hätte auf folgende Art argumentiren können und auch sollen, um seinen Gegner auf seinem eigenen Geständnisse zu ertappen.

Beweis, dass ein vierfacher Körper durch einen Stoss auf einen Hebel einem einfachen 4 Grade Geschwindigkeit mittheilen könne.

Wenn der vierfache Körper 1 *A* mit einem Grade Geschwindigkeit den Hebel in 1 *A* stösst, so ist augenscheinlich, dass er in einen andern 2 *A*, der mit ihm von gleicher Masse ist, und auch eben so weit vom Ruhepuncte des Hebels absteht, durch diesen Stoss seine ganze Kraft und Geschwindigkeit versetzen werde. Weil aber diese Geschwindigkeit, womit 2 *A* weggeprallt wird, eine Fortsetzung derjenigen Bewegung ist, womit der Hebel, indem er den Körper fortstösst, den unendlich kleinen Raum 2 *A* 2 *a* zurücklegt, so ist die Geschwindigkeit dieser unendlich kleinen Bewegung der Geschwindigkeit des fortgestossenen Körpers 2 *A*, und also derjenigen, womit 1 *A* den Hebel stösst, gleich; mithin wird diese Kugel 1 *A* in ihrem Anlaufe den Hebel die unendlich kleine Linie 1 *A* 1 *a* hinunterdrücken, und zwar wird dieselbe mit eben derselben Geschwindigkeit, womit 1 *A* anläuft, zurückgelegt werden. Nun setze man anstatt des Körpers 2 *A* die Kugel 1 *B*, die vier Mal weniger Masse als *A* hat, in vierfacher Entfernung vom Ruhepuncte *C*, und sehe, was für ein Hinderniss

alsdann der Körper *B* dem Körper *A*, indem dieser den Hebel aus 1 *A* in 1 *a* wieder zu drücken bemüht ist, machen werde. Es ist bekannt, dass die *vis inertiae*, oder der Widerstand, den ein Körper vermittelst seiner Trägheitskraft der Bewegung eines andern in den Weg legt, seiner Masse proportionirt sey; nun ist aber eine viertheilige Masse in vierfacher Entfernung vom Ruhepuncte der Quantität einer einfachen in viertheiliger Entfernung gleich zu schätzen. Also thut *B* in *B* dem Stosse des Körpers 1 *A* auf den Hebel gerade nur so viel Widerstand, als der Körper 2 $A = 1$ *A* in 2 *A* würde gethan haben. So wird denn der Körper 1 *A* auch in diesem Falle, da sich die Kugel *B* anstatt der Kugel 2 *A* auf dem Hebel befindet, die unendlich kleine Linie 1 *A* 1 *a* mit dem Hebel zugleich durchlaufen, und zwar mit eben der Geschwindigkeit, wie im vorigen Falle, d. i. die so gross ist, als diejenige, womit er auf den Punct 1 *A* anläuft. Es kann aber der Körper 1 *A* den Hebel aus 1 *A* in 1 *a* nicht niederdrücken, ohne zugleich das andere Ende in *B* aus *B* in *b* hinauf zu bewegen; die unendlich kleine Linie *B b* aber ist vier Mal grösser als 1 *A* 1 *a*, also wird der Körper *B* durch diesen Stoss des Hebels eine Geschwindigkeit erhalten, die gegen diejenige, womit *A* anläuft, vierfach ist.

Eben dasselbe auf eine andere Art erwiesen.

Dieses erhellt noch auf eine andere Art. Alle harten Körper können wir uns als elastisch, das ist als dem Stosse weichend, aber wieder zurückspringend, vorstellen; also können wir dem steifen Hebel 1 *ACB* auch eine solche Federkraft beilegen. Der Körper 1 *A* also, der auf den Hebel mit dem Grade Geschwindigkeit wie 1 anläuft, wendet seine ganze Kraft auf, indem er die Feder 1 *AC* spannt und sie um den Raum 1 *A* 1 *a* aufdrückt. Nun sind die *momenta* der Geschwindigkeit, welche diese Feder die ganze Zeit dieses Druckes hindurch durch ihren Widerstand in dem Körper 1 *A* verzehrt, denjenigen *momentis*

gleich, womit die Feder *C* 2 *A*, als der fortgesetzte Arm des Hebels, zu gleicher Zeit vermöge dieser Spannung durch den Raum 2 *A* 2 *a* aufspringt; mithin, wenn diese steife Linie bis *B* verlängert worden, sind die *momenta* der Geschwindigkeit, womit die Feder *CB* aufspringt, indem der Hebel 1 *a CB* sich in die gerade Linie 1 *a Cb* wieder herstellt, vier Mal grösser, als die *momenta*, womit er im Puncte 2 *A* zurückschlägt (denn der Raum *b B*, den der Punct *B* zu gleicher Zeit zurücklegt, ist vier Mal grösser, als 2 *A* 2 *a*.) Allein wegen der vierfachen Entfernung des Punctes *B* vom Ruhepuncte *C* ist die Steife der Federn *CB* dennoch vier Mal schwächer, als die Steife der Feder *C* 2 *A*; daher muss man dagegen den Widerstand in *B* vier Mal kleiner machen, als in 2 *A*, und alsdann bleibt das *momentum* der Geschwindigkeit, das die Feder *CB* in den viertheiligen Körper *B* hineinbringt, vierfach, da hingegen das *momentum*, welches die Feder *C* 2 *A* an den vierfachen Körper 2 *A* anwenden würde, einfach ist. Nun ist die Zeit, in der die Feder *CB* wirkt, so gross, als diejenige, darin die *C* 2 *A* ausspringen würde, und die Geschwindigkeiten, die zwei Körper, 2 *A* und *B*, durch die Wirkung zweier Federn, *C* 2 *A* und *CB*, die gleich lange wirken, erhalten, sind wie die *momenta* der Geschwindigkeiten, welche diese Federn in ihre Körper hineinbringen, mithin in dem Körper *B* vier Mal grösser, als in 2 *A*; da aber die Geschwindigkeit, die 2 *A* von dem Fortstosse der Feder *C* 2 *A* erhalten würde, der Geschwindigkeit, womit 1 *A* in 1 *A* anläuft, gleich ist, so wird die Geschwindigkeit, die der Körper *B* durch diesen Stoss des Körpers 1 *A* auf den Hebel erhält, vier Mal grösser seyn, als diejenige war, womit 1 *A* seinen Stoss verrichtete. W. z. B.

Wie Herr Papin hieraus gegen Leibnitz hätte argumentiren können.

Wir sehen also aus diesem zwiefachen Beweise, dass ein vierfacher Körper einem einfachen durch einen einzigen

Stoss eine vierfache Geschwindigkeit ertheilen könne. Dieses ist nach den mechanischen Grundsätzen wahr, welche selbst die eifrigsten Vertheidiger der lebendigen Kräfte nicht würden in Zweifel zu ziehen im Stande seyn. Herr Papin hätte hierdurch seinen Gegner rechtschaffen in die Enge treiben können, wenn er seinen Vortheil wohl wahrgenommen hätte. Er hätte ihm sagen sollen: Ihr habt mir zugegeben, dass ein vierfacher Körper, vermittelst eines Hebels, in einen einfachen, dessen Distanz vom Mittelpuncte vierfach ist, alle seine Kraft hineinbringen könne; ich kann Euch aber darthun, dass er bei diesen Umständen demselben vier Grade Geschwindigkeit ertheile: also hat ein einfacher Körper mit 4 Graden Geschwindigkeit alle Kraft eines vierfachen mit 1 Grade, dieses ist aber der Punct, um welchen gestritten wird, und den ihr mir zu leugnen verlangt.

§. 101.

So ist denn der fürchterlichste Streich unter allen, womit die lebendigen Kräfte der Schätzung des Cartesius gedroht haben, leer ausgegangen. Nunmehr ist keine Hoffnung übrig, dass dieselben nach diesem noch Mittel finden werden, sich aufrecht zu erhalten.

— — — vires in ventum effudit, et ultro
Ipse gravis graviterque ad terram pondere vasto
Concidit: ut quondam cava concidit aut Erymantho,
Aut Ida in magna, radicibus eruta pinus.
Virg. Aen. Libr. V.

§. 102.

Wir haben die vornehmsten Gründe der Leibnitzianer widerlegt.

Wir haben die ansehnlichsten und berühmtesten Gründe der Neuerung von den lebendigen Kräften bis daher ange-

angeführt, und Sorge getragen, dieser Secte, nach dem Rechte der Wiedervergeltung, alle die Vorwürfe und Zurechtweisungen zu bezahlen, welche sie den Schülern des Cartesius so häufig gemacht hat. Man würde mit Unrecht von uns verlangen, dass wir Alles, was in dieser Sache auf der Seite des Herrn von Leibnitz geschrieben worden, herbeiziehen sollten, um unserer Partei einen vollkommenen Triumph daraus zuzubereiten. Dieses würde heissen, von den Cedern auf dem Libanon an, bis zu dem Ysop, der aus der Wand wächst, nichts verschonen, damit man sein Werk nur bereichern könne. Wir könnten noch mehr als einen Streifzug in das Gebiet unserer Gegner thun, ihre Güter ausplündern, und dem Anhange des Cartesius so viel Siegeszeichen und Triumphbögen errichten; allein ich glaube, meine Leser werden kein grosses Verlangen danach bezeigen. Wenn man jemals mit Grund gesagt hat, dass ein grosses Buch ein grosses Übel sey, so würde man es von einem solchen sagen können, welches wie dieses, wenig andere Dinge als lauter verschiedene Vertheidigungen eben derselben Sache, und zwar einer sehr abstracten Sache anzieht, endlich sie nur zu einem einzigen Endzwecke anzieht, nämlich sie alle zu widerlegen.

Wir können indessen diesem Missbrauche der Weitläufigkeit nicht so gänzlich absagen, dass wir nicht noch einen Beweis herbeizuziehen berechtigt seyn sollten, von dessen Verschweigung uns gleichwohl die ganze Anzahl der Gegner und Verfechter unserer Streitsache lossprechen würde. Dieser Beweis hat nur wegen des Ranges seines Verfassers einen Anspruch auf eine Stelle in dieser Abhandlung; allein er hat nicht die geringste, in Betrachtung des Ansehens, darin er bei den Anhängern beider Parteien steht. Die Leibnitzianer haben nicht geglaubt, dass er ihrer Meinung Etwas nützen könne, und man hat nicht gesehen, dass sie zu demselben ihre Zuflucht genommen hätten, so sehr sie auch öfters in die Enge getrieben worden.

§. 103.

Ein Argument des Herrn Wolf.

Herr Wolf ist Derjenige, von dem wir diesen Beweis haben, und den er, mit allem Gepränge der Methode ausgeziert, in dem ersten Bande der Petersburgischen Commentarien vorgetragen hat. Man kann sagen, dass die Hindurchführung seines Satzes durch eine grosse Reihe von vorhergehenden Sätzen, die vermittelst einer strengen Methode sehr genau zertheilt und vervielfältigt werden, der Kriegslist einer Armee zu vergleichen ist, welche, damit sie ihrem Feinde ein Blendwerk mache, und ihre Schwäche verberge, sich in viele Haufen sondert, und ihre Flügel weit ausdehnt.

Ein Jeder, der seine Abhandlung in dem angeführten Werke der Akademie lesen wird, wird finden, dass es sehr schwer sey, in ihr Dasjenige heraus zu suchen, was darin den rechten Beweis ausmacht, so sehr ist Alles, vermöge der analytischen Neigung, die sich daselbst hervorthut, gedehnt und unverständlich gemacht worden. Wir wollen uns die Beschaffenheit seines Unternehmens einigermaassen bekannt machen.

§. 104.

Der Hauptgrundsatz dieses Argumentes.

Herr Papin hatte behauptet: man könne nicht sagen, dass ein Körper etwas gethan habe, wenn er gar keine Hindernisse überwältigt, keine Massen verrückt, keine Federn spannt u. s. w. Herr Wolf widerspricht ihm hierin, und zwar aus diesem Grunde: wenn ein Mensch eine Last durch einen gewissen Raum hindurch trägt, so ist Jedermann darin einig, dass er Etwas gethan und ausgerichtet habe; nun trägt ein Körper seine eigene Masse, vermöge der Kraft, die er in wirklicher Begegung besitzt,

durch einen Raum hindurch. Eben hierdurch hat seine Kraft Etwas gethan und ausgeübt. Herr Wolf verspricht im Anfange seiner Abhandlung sich dieses Grundes zu begeben, und unabhängig von demselben seinen Satz zu beweisen; allein er hat sein Wort nicht gehalten.

Nachdem er erklärt hatte, was er durch unschädliche Wirkungen *(effectus innocuos)* verstehe, nämlich solche, in deren Hervorbringung die Kraft sich nicht verzehrt, so setzt er einen Satz zum Grunde, auf welchem sein Gebäude einzig und allein errichtet ist, und den wir ihm nur nehmen dürfen, um alle Bemühung seiner Schrift fruchtlos zu machen. *Si duo mobilia per spatia inaequalia transferuntur, effectus innocui sunt ut spatia.* Dieses ist der Satz, den wir meinen*. Lasst uns sehen, wie er es angefangen hat, ihn zu beweisen. Er schliesst auf folgende Weise: wenn der Effect durch den Raum A, wie e ist, so ist derjenige Effect, der in einem gleichen oder eben demselben Raum A geschieht, auch e; folglich in dem Raum $2\ A$ ist er $2\ e$, in dem Raum $3\ A$ wird er $3\ e$ seyn, d. i. die Effecte werden in der Proportion der Räume stehen.

Sein Beweis beruht also auf dieser Voraussetzung: wenn der Körper durch eben denselben Raum geht, so hat er auch eben dieselbe unschädliche Wirkung ausgeübt. Dieses ist der rechte Punct der Verführung und des Irrthums, der sich hernach über seine ganze Schrift ausbreitet. Es ist nicht genug, dass nur der Raum eben derselbe sey, wenn die Wirkung, die in ihm durch einen gleichen Körper verübt worden, auch dieselbe seyn soll; man muss hierbei die Geschwindigkeit des Körpers, womit er den Raum zurücklegt, mit in Erwägung

* Es hat also Herr Wolf in der Bewegung durch einen Raum, darin dem Körper nichts widersteht, d. i. durch einen leeren Raum, demselben gewisse Wirkungen beigelegt, und dieser Wirkungen bedient er sich hernach zu einem Maasse der Kraft des Körpers, folglich ist er seinem Versprechen nicht nachgekommen.

ziehen. Wenn diese nicht ebenfalls gleich ist, so wird, aller der Gleichheit des Raumes ungeachtet, die unschädliche Wirkung dennoch unterschieden seyn. Dieses zu begreifen, müssen wir uns, so wie wir im 17. §. gethan haben, den Raum, den der Körper durchläuft, nicht als vollkommen leer, sondern als mit Materie, aber mit unendlich dünner, folglich unendlich wenig widerstehender Materie erfüllt, vorstellen. Dieses geschieht nur, damit wir eine wahre Wirkung und ein gewisses Subject derselben haben, denn im Übrigen bleibt es dennoch eine unschädliche Wirkung, so wie im Wolf'schen Argumente. Wenn also der Körper einen eben so grossen Raum als ein anderer, der der ihm gleich ist, zurücklegt: so haben sie beide gleichviel Materie verrückt, aber deswegen noch nicht allemal gleiche Wirkung ausgeübt. Denn, wenn der eine seinen Raum mit zwei Mal mehr Geschwindigkeit durchgelaufen hat, so haben alle Theilchen seines Raumes durch seine Wirkung auch zwei Mal mehr Geschwindigkeit von ihm erhalten, als die Theilchen des Raumes, den der andere Körper mit einfacher Geschwindigkeit durchläuft, folglich hat der erstere Körper eine grössere Wirkung ausgeübt, obgleich die Masse und der zurückgelegte Raum in beiden gleich war.

§. 105.

Noch ein Hauptgrund des Wolf'schen *Schediasma*.

So ist denn der Grundsatz aller Schlüsse des Herrn Wolf augenscheinlich falsch, und streitet wider Dasjenige, was man von den Begriffen des Wirkens und der Bewegung am allerklarsten und gewissesten beweisen kann. Wenn man einmal geirrt hat, so ist die Folge nichts anders, als eine Kette von Irrthümern. Herr Wolf zieht aus seinem Grundsatze einen andern, der seinem System eigentlich alle die grossen Folgerungen, die den Leser so unvermuthet überraschen und in Verwunderung setzen, dar-

bietet. Er heisst: weil in gleichförmiger Bewegung die Räume in zusammengesetztem Verhältnisse der Geschwindigkeiten und Zeiten sind; so sind die unschädlichen Wirkungen, wie die Massen, Zeiten und Geschwindigkeiten zusammen. Hierauf baut er das Theorem: *actiones, quibus idem effectus producitur, sunt ut celeritates.*

Wird widerlegt.

In dem Beweise dieses Lehrsatzes findet sich ein Fehlschluss, der wo möglich noch härter ist das der, welchen wir kaum bemerkt haben. Er hatte bewiesen, dass, wenn zwei gleiche Körper einerlei Wirkung in ungleicher Zeit ausrichten, ihre Geschwindigkeiten sich umgekehrt wie die Zeiten verhalten, darin diese gleichen Wirkungen hervorgebracht werden, das heisst: dass der Körper, der seine Wirkung in halber Zeit vollendet, zwei Grade Geschwindigkeit habe, da der andere im Gegentheil, der die ganze Zeit dazu aufwenden muss, nur einen Grad besitzt. Hieraus schliesst er: weil Jedermann gesteht, diejenige Action sey zwei Mal grösser, die in zwei Mal kürzerer Zeit als eine andere ihre Wirkung vollbringt: so werden die Actiones in diesem Falle in umgekehrtem Verhältnisse der Zeiten, d. i. der geraden von den Geschwindigkeiten seyn. Hierauf geht er weiter fort, und erwägt den Fall, da zwei verschiedene Körper einerlei Wirkung in gleicher Zeit ausüben. Er zeigt, dass in diesem Falle die Geschwindigkeiten in umgekehrtem Verhältnisse der Massen seyn werden, und schliesst ferner also: *quoniam hic eadem est ratio massarum, quae in casu priori erat temporum; ratio vero celeritatum eodem modo se habeat: perinde est, sive massae diversae et tempus idem, sive massae sint eaedem et tempus diversum etc.* Dieser Schluss ist ein Ungeheuer, nicht aber ein Argument, das man in einer mathematischen Abhandlung finden sollte. Man erinnere sich, dass in dem vorigen Falle nur deswegen sey gesagt worden, die *Actio-*

nes zweier gleichen Körper, welche in ungleichen Zeiten gleiche Wirkung ausrichten, seyen umgekehrt wie die Zeiten, weil diejenige *Action*, die eine Wirkung in kürzerer Zeit ausrichtet, eben deswegen, und auch in eben demselben Maasse grösser ist, als eine andere, welche dazu mehr Zeit aufwendet. Also hat dieser Schluss aus diesem Grunde statt, weil die Kürze der Zeit, darin eine Wirkung vollendet wird, jederzeit von einer desto grössern *Action* zeugt. Allein, wenn ich, wie hier in dem zweiten Falle, anstatt der Ungleichheit der Zeiten die Ungleichheit der Massen setze, und dagegen die Zeiten gleich mache; so sieht man leicht, dass die Ungleichheit der Massen die Folge nicht habe, welche die Ungleichheit der Zeiten hat. Denn bei der erstern hatte der Körper, der in kleinerer Zeit seine Wirkung vollendete, eben deswegen, weil die Zeit kleiner war, eine grössere *Action* ausgeübt; allein hier hat der Körper, der eine kleinere Masse hat, und mit derselben in gleicher Zeit eben so viel Wirkung als der andere ausrichtet, nicht wegen der Kleinigkeit seiner Masse eine grössere Activität. Dies wäre ganz ungereimt zu sagen; denn die Kleinigkeit der Masse ist ein wahrer und wesentlicher Grund, worauf vielmehr die Kleinigkeit der Activität beruht, und wenn ein Körper ungeachtet dieser Kleinigkeit der Masse dennoch in gleicher Zeit eben so viel Wirkung als ein anderer ausübt, so kann man nur schliessen, dass das, was seiner *Action* wegen einer geringern Masse abgeht, durch eine grössere Geschwindigkeit ersetzt und ausgefüllt, und dadurch der *Action* des andern gleich gemacht worden. Also, wenn die Massen ungleich, die Zeiten und Wirkungen aber gleich sind: so kann man nicht sagen, die *Actiones* der Körper verhalten sich umgekehrt, wie ihre Massen obwohl in dem Falle der ungleichen Zeiten und gleichen Massen diese Proportion in Ansehung der Zeiten und *Actionum* statt hatte: es ist daher nicht einerlei: ob die Massen ungleich und die Zeiten gleich, oder ob die Zeiten ungleich und die Massen gleich sind.

So ist denn derjenige Beweis, worauf ein Haupttheorem in der Wolf'schen Abhandlung gegründet worden, ungültig und unnütz; also werden die lebendigen Kräfte daselbst kein Land finden, das sie nähren kann.

Es giebt zuweilen in einer Schrift gewisse müssige Fehler, die sich nicht sehr weit ausbreiten, und die Gültigkeit der Hauptsache nicht gänzlich verderben. Allein in derjenigen, von welcher wir reden, laufen die Sätze an der Methode als an einem Seile herab; daher machen ein oder zwei Irrthümer das ganze System verwerflich und unbrauchbar.

§. 106.

Wir haben noch keine Dynamik.

Herr Wolf hatte in seiner Abhandlung das Vorhaben, uns die erste Grundlage zu einer Dynamik zu liefern. Sein Unternehmen ist unglücklich ausgefallen. So haben wir denn noch zur Zeit keine dynamischen Grundsätze, auf welche wir mit Recht bauen können. Unsere Schrift, welche die wahre Schätzung der lebendigen Kräfte darzulegen verspricht, sollte diesen Mangel ergänzen. Das dritte Capitel soll hiervon einen Versuch machen; allein darf man wohl hoffen, dass man das Ziel treffen werde, da es einem von den versuchtesten in dieser Art der Betrachtung nicht gelungen ist, es zu erreichen.

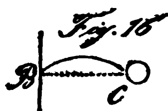
§. 107.

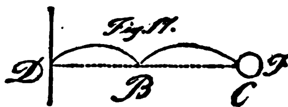
Das Argument des Herrn von Musschenbroek.

Eben, da ich im Begriff bin, die Widerlegung der Gründe, worauf die berühmtesten Leibnitzianer ihre Kräfteschätzung gründen, mit dem vorhergehenden Falle zu beschliessen, erhalte ich die, vom Herrn Professor Gottsched übersetzten Grundlehren der Naturwissen-

schaft des Herrn Peter von Musschenbroek, die in der Ostermesse dieses 1747sten Jahres an das Licht getreten sind. Dieser grosse Mann, der grösseste unter den Naturforschern dieser Zeit, an dessen Meinungen das Vorurtheil und der Secteneifer weniger als an irgend eines anandern Menschen Lehrsätzen einen Antheil hat, dieser so berühmte Philosoph, hat die Schätzung des Herrn von Leibnitz erstlich seiner mathematischen Untersuchung, hernach den Versuchen, die er so geschickt zu machen weiss, unterworfen, und in beiden bewährt gefunden. Dieser letztere Weg, den er genommen hat, gehört nicht zu gegenwärtigem Hauptstücke; allein der erstere gehört zu demselben. Die Absicht dieser Abhandlung erfordert es von mir, die Schwierigkeiten, die der berühmte Verfasser daselbst der Schätzung des Cartesius macht, zu erwägen, und sie, wo möglich, von dem Gegenstande, dessen Vertheidigung unser Geschäft ist, abzuwenden. Werden mir aber nicht die engen Grenzen dieser Blätter, oder damit ich mich offenherzig ausdrücke, die erstaunliche Ungleichheit, die sich hier hervorthut, unüberwindliche Hindernisse setzen?

Lasst uns sehen, was für Gründe es gewesen sind, die ihm in der mathematischen Erwägung Leibnitz's Gesetze zu beweisen geschienen haben. Wenn eine gewisse äusserliche Ursache, die sich mit dem gedrückten Körper zugleich mit bewegt, z. B. eine Feder BC, die an dem Widerhalte AS befestigt, einen Körper F fortstösst, gegeben ist: so wird sie demselben, wenn er in Ruhe ist, 1 Grad Geschwindigkeit ertheilen. Sobald aber dieser Körper diesen Grad schon besitzt, so werden zweimal mehr Federn erfordert, ihm den zweiten Grad der Geschwindigkeit zu geben. Denn wenn sich die einfache Feder noch einmal allein ausstreckte, so würde der Körper, der sich schon mit eben dem Grade Geschwindigkeit wirklich bewegt, womit die Feder sich ausdehnt, dieselbe fliehen, und ihre Drucke nicht in sich

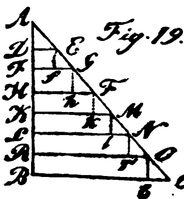




aufnehmen. Allein es muss die zweite Feder *DB* hinzukommen, die da macht, dass der Punct *B*, an welchem sich die Feder *BC* steift, dem Körper mit der Geschwindigkeit, damit er entfliehen würde, nachfolge, und dass auf diese Weise der Körper *F* wie anfänglich in Ansehung der Feder *BC* ruhe, damit er, wenn diese sich ausstreckt, den Grad Geschwindigkeit wie 1 erhalte. Eben so werden drei



Federn *ED*, *DB*, *BC*, erfordert, um dem Körper *F*, der schon an sich 2 Grade Geschwindigkeit besitzt, nur den dritten zu ertheilen. Einem Körper, der schon 100 Grade hat, einen einzigen neuen zu ertheilen, werden 101 Federn erfordert, und so weiter. Also ist die Anzahl der Federn, die nöthig sind, einem Körper einen gewissen Grad Geschwindigkeit zu geben, wie die Anzahl der Grade, in welche die ganze Geschwindigkeit des Körpers zertheilt ist, d. i. die ganze Kraft der Federn, die einem Körper einen Grad Geschwindigkeit mittheilen, ist wie die ganze Geschwindigkeit, die der Körper alsdann haben würde, wenn er diesen Grad besässe. Nun sind in dem



Triangel *ABC*, dessen Kathete *AB* in gleiche Theile getheilt worden, die Linien *DE*, *FG*, *HI* etc. wie die Linien *AD*, *AF*, *AH*, folglich kann man sich der Linie *DE* bedienen, um diejenige Feder anzuzeigen, die dem Körper den ersten Grad Geschwindigkeit *AD* ertheilt, die zwei Mal grössere Linie *FG*, um die zweifache Feder anzuzeigen, die den zweiten Grad Geschwindigkeit *DF* hervorbringt; die Linie *HI*, um die drei Mal grössere Feder anzudeuten, die den dritten Grad Geschwindigkeit *FH* erweckt u. s. w. Wenn man sich diese Linien *DE*, *FG* etc. unendlich nahe

denkt, so werden sie nach der Methode des unendlich Kleinen, die Cavalerius in die Messkunst eingeführt hat, den ganzen Inhalt des Triangels *ABC* ausmachen. Also ist die Summe aller Federn, die in einem Körper die Geschwindigkeit *AB* erzeugen, wie die Fläche *ABC*, d. i. wie das Quadrat der Geschwindigkeit *AB*. Diese Federn aber stellen die Kräfte vor, welche zusammen in dem Körper gedachte Geschwindigkeit hervorgebracht haben, und wie sich die Anzahl Kräfte, die auf einen Körper wirken, verhält, so verhält sich auch die in demselben hervorgebrachte Kraft; also ist die Kraft eines Körpers wie das Quadrat der Geschwindigkeit, die er besitzt.

§. 108.

Untersuchung dieses Argumentes.

Ich glaube ein Anhänger des Cartesius würde Folgendes gegen diesen Beweis einwenden:

Wenn man die, auf einen Körper übertragene Kraft nach der Summe gewisser Federn schätzen will: so muss man nur diejenigen Federn nehmen, die ihre Gewalt in den Körper wirklich hinein bringen; allein diejenigen, die auf ihn gar nicht gewirkt haben, kann man auch nicht gebrauchen, um eine ihnen gleiche Kraft in dem Körper zu setzen. Dieser Satz ist einer von den allerdeutlichsten der Mechanik, und den nie ein Leibnitzianer in Zweifel gezogen hat. Der Herr von Musschenbroek selbst bekennt sich zu demselben am Ende seines Beweises; denn dieses sind seine Worte: wie sich die Anzahl Kräfte, die auf einen Körper wirken, verhält, so verhält sich auch die in demselben hervorgebrachte Kraft. Wenn aber ein Körper *F*, der sich schon mit 1 Grade Geschwindigkeit bewegt, durch die Ausstreckung der zwei Federn *DB*, *BC* den 2ten Grad erhält; so wirkt von diesen zwei Federn nur *BC* auf ihn, *DB* aber bringt nichts von ihrer Span-

nungskraft in ihn hinein. Denn die Feder *DB* streckt sich mit 1 Grad Geschwindigkeit aus; der Körper *F* aber bewegt sich auch schon wirklich mit 1 Grad; also flieht *F* den Druck dieser Feder, und dieselbe wird ihn in ihrer Ausbreitung nicht erreichen können, um die Kraft ihrer Ausspannung auf ihn zu übertragen. Sie thut weiter nichts, als dass sie den Widerhalt *B*, an welchem sich die Feder *Bc* steift, dem Körper *F*, mit eben der Geschwindigkeit, womit er sich bewegt, nachträgt, damit derselbe, in Ansehung dieses Körpers, ruhe, und die Feder *BC* ihre ganze Kraft, die wie 1 ist, in ihn hinein bringe. Sie ist also keine wirkende, sondern nur eine Gelegenheitsursache der Kraft, die auf diese Weise in *F* zu der ersteren hinzukommt; die einzige Feder *BC* aber ist die wirkende Ursache derselben. Ferner, wenn dieser Körper schon 2 Grade Geschwindigkeit besitzt, so ertheilt ihm unter den drei gleichen Federn *ED*, *DB*, *BC*, nur die einzige *BC* ihre Kraft und auch den dritten Grad der Geschwindigkeit, u. s. w. ins Unendliche. Also wenn *DE* (siehe Fig. 19. S. 151) die erste Feder ist, deren Kraft in den Körper *F* hineingekommen, und den ersten Grad Geschwindigkeit *AD* in ihm erweckt hat, so hat die Feder *fG*, die ihr gleich ist, ihm den zweiten Grad Geschwindigkeit gegeben, und ihre Kraft auf ihn übertragen; die Feder *hI* den dritten Grad u. s. w.; folglich macht die Summe der Federn $DE + fG + hI + kM + lN + rO + bC = BC$ die ganze Grösse der Kraft aus, die an den Körper *F* von seiner Ruhe an angewandt worden, und die in ihm die Geschwindigkeit *AB* erweckt hat. Es verhält sich aber *BC* wie *AB*, und *BC* ist die Kraft, *AB* aber die Geschwindigkeit; also ist die Kraft wie die Geschwindigkeit, und nicht wie das Quadrat derselben.

§. 109.

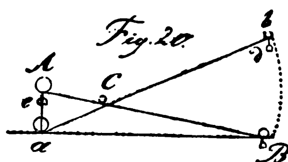
Neuer Fall zur Bestätigung des Cartesius'schen Kräftemaasses.

Nunmehr sind wir über alle die Schwierigkeiten hinweg, die uns in der Behauptung des Cartesius'schen Gesetzes entgegenstehen könnten. Wir wollen es aber hiermit noch nicht genug seyn lassen. Eine Meinung, die einmal im Besitze des Ansehens, und sogar des Vorurtheils ist, muss man ohne Ende verfolgen, und aus allen Schlupfwinkeln herausjagen. Eine solche ist, wie das vielköpfige Ungeheuer, das nach jedwedem Streich neue Köpfe ausheckt.

Vulneribus foecunda suis erat ille: nec ullum
De centum numero caput est impune recisum,
Quin gemino cervix haerede valentior esset.

Ovid. Metam.

Ich würde es mir für sehr rühmlich halten, wenn man an diesem Werke tadelte, dass es die Leibnitz'sche Kräfteschätzung überflüssig und mit mehr Gründen, als es nöthig gewesen wäre, widerlegt hätte; allein ich würde mich schämen, wenn ich es daran hätte ermangeln lassen.



Nehmt eine inclinirte Schnellwaage *ACB*, deren ein Arm *CB* gegen den andern *AB* vierfach, der Körper *B* aber, der das Ende des vierfachen Armes drückt, gegen den andern *A* viertheilig ist. Diese werden in der Lage, darin wir sie gesetzt haben, ruhen und gegen einander vollkommen im Gleichgewichte stehen. Hängt zu dem Körper *A* noch ein kleines Gewicht *e* hinzu; so wird der Körper *B* durch den Bogen *Bb* gehoben, und *A* dagegen durch den Bogen *Aa* herabsinken, der Körper *B* aber wird in dieser Bewegung vier Mal mehr Geschwindigkeit als *A* erhalten. Nehmt das Gewicht *e* hin-

weg, and hängt dagegen ein vier Mal kleineres *d* zu dem Körper *b* an das Ende des Waagarmes *Cb* hinzu; so wird *b* durch den Bogen *bB* niedergedrückt, *a* aber durch den Bogen *aB* hinauf gehoben werden; *b* aber, welches einerlei mit *B* ist, wird hierdurch eben so viel Geschwindigkeit als in dem erstern Falle erhalten, ingleichen *a*, welches einerlei mit *A* ist, wird seine Geschwindigkeit, die in ihn im erstern Falle hineingebracht wurde, nun ebenfalls bekommen, nur mit diesem Unterschiede: dass die Richtung der Bewegungen umgekehrt wird. Da nun die Wirkung, welche das angehängte Gewicht *e* ausübt, in der Kraft, die der Körper *A* und *B* zusammen haben, besteht, und die Wirkung, die das vier Mal kleinere *d* ausrichtet, ebenfalls in derjenigen Kraft, welche $b = B$ und $a = A$ hierdurch zusammen erhalten, zu setzen ist; so ist klar, dass diese Gewichte *e* und *d* gleich grosse Wirkungen ausgeübt, folglich gleich viel Kraft müssen angewandt und also auch gehabt haben. Es sind aber die Geschwindigkeiten, womit diese Gewichte *e* und *d* wirken (nämlich sowohl ihre Anfangsgeschwindigkeiten, als die endlichen Geschwindigkeiten, die sie durch die Häufung aller dieser Druckungen erhalten), umgekehrt wie ihre Massen: also haben zwei Körper, deren Geschwindigkeiten in umgekehrtem Verhältnisse ihrer Massen sind, gleiche Kräfte, welches die Schätzung nach dem Quadrate umwirft.

§. 110.

Leibnitz's Zweifelsknoten.

Die Cartesianer haben den Vertheidigern des neuen Kräftemaasses niemals mit mehr Zuversicht Trotz bieten können, als nachdem Herr Jurin den Fall gefunden hat, dadurch man auf eine einfache Art und mit sonnenklarer Deutlichkeit einsieht, dass die Verdoppelung der Geschwindigkeit jederzeit nur die Verdoppelung der Kraft setze. Herr von Leibnitz leugnete dieses insbesondere in dem

Versuche einer dynamischen Abhandlung, die er den *Actis (Acta* 1695, *pag.* 155) einverleibte. Man höre ihn nur folgendergestalt reden: *cum igitur comparare vellem corpora diversa, aut diversis celeritatibus praedita, equidem facile vidi: si corpus* A *sit simplum, et* B *duplum, utriusque autem celeritas aequalis, illius quoque vim esse simplam, hujus duplam, cum praecise quicquid in illo ponitur semel, in hoc ponatur bis. Nam in* B *est bis corpus ipsi* A *aequale, et aequivelox nec quicquam ultra. Sed si corpora* A *et* B *sint aequalia, celeritas autem in* A *sit simpla, et in* C *dupla, videbam non praecise quod in* A *est duplari in* C. Diesen Knoten hat Herr Jurin durch den leichtesten Fall von der Welt aufgelöst.

Auflösung des Herrn Jurin.



Er nahm eine bewegliche Fläche, z. B. einen Kahn AB an, der sich nach der Richtung BC mit der Geschwindigkeit wie 1 bewegt und die Kugel E mit gleicher Bewegung mit sich wegführt. Diese Kugel hat also durch die Bewegung der Fläche die Geschwindigkeit 1, und auch die Kraft 1. Er nimmt ferner auf dieser Fläche eine Feder R an, die an dem Widerhalte D losschnellt, und der gedachten Kugel E für sich noch einen Grad Geschwindigkeit, und also auch einen Grad Kraft ertheilt. Also hat dieselbe zusammen zwei Grade Geschwindigkeit, und mit demselben zwei Grade Kraft empfangen. Es zieht folglich die Verdoppelung der Geschwindigkeit nichts mehr als die Verdoppelung der Kraft nach sich, und nicht wie die Leibnitzianer sich fälschlich überreden, die Vervierfachung derselben.

Dieser Beweis ist unendlich deutlich, und leidet gar keine Ausflucht, denn die Bewegung der Fläche kann nichts

mehr thun, als dass sie dem Körper eine Geschwindigkeit, die ihr gleich ist, das ist, eine einfache Geschwindigkeit, und folglich auch eine einfache Kraft ertheile. Die Feder *R* aber, weil sie eine gemeinschaftliche Bewegung mit der Fläche und Kugel zugleich hat, wirkt mit nichts als ihrer Spannungskraft. Diese nun ist gerade so gross, dass sie einem Körper, wie der unsrige ist, nicht mehr als einen Grad Geschwindigkeit, und also auch nur einen Grad Kraft ertheilen könne. Also wird man in Allem, was in die Construction dieses Problems hineinkommt, nichts mehr als die Ursachen zu 2 Graden Kraft antreffen, man mag sich wenden, wohin man wolle, und dennoch werden in dem Körper wirklich 2 Grade Geschwindigkeit vorhanden seyn.

§. 111.

Der Frau von Chastelet Einwurf gegen Herrn Jurin's Argument.

Die Marquise von Chastelet hat dieses Argument des Herrn Jurin bestritten, aber auf eine Art, deren Schwäche zu bemerken sie scharfsinnig genug gewesen wäre, wenn die Neigung gegen eine Meinung, auf welche einmal die Wahl gefallen, nicht einer schlimme Sache den schönsten Anstrich geben könnte.

Sie hat Folgendes eingewandt. Der Kahn *AB* ist keine unbewegliche Fläche; folglich wenn sich die Feder *R* gegen den Widerhalt *D* steift, so wird sie in den Kahn gewisse Kräfte hineinbringen, und man wird also in der Masse des Kahnes die 2 Grade Kraft wiederfinden, die man in dem Körper *E* nach Leibnitz'scher Schätzung vermisst.

§. 112.

In dieser Ausflucht findet sich der Fehler desjenigen Trugschlusses, den man *fallaciam ignorationis elenchi*

nennt. Sie greift das Argument ihres Gegners nicht eigentlich da an, wo er den Nerven seines Beweises hineingelegt hat, sondern bekümmert sich um einen zufälligen Nebenumstand, der ihrer Meinung günstig zu seyn scheint, der aber dem Jurin'schen Beweise nicht nothwendig anklebt. Wir können diesen Stein des Anstosses leicht aus dem Wege räumen. Es hindert uns nichts, uns den Kahn *AB* als durch eine solche Kraft getrieben vorzustellen, die ihm nicht verstattet, vermöge der Anstrengung der Feder gegen *D*, in die Richtung *AF* im Geringsten zurückzuweichen. Man darf ihn zu diesem Ende nur von unendlich grosser Masse denken. Der Kahn wird alsdann durch die endliche Kraft der Feder *R* nur unendlich wenig, d. i. gar nicht weichen; also wird der Körper eben die Kraft von dieser Feder erhalten, als wenn dieselbe gegen einen gänzlich unbeweglichen Widerhalt gespannt, losschnellte, d. i. er wird ihre ganze Kraft erhalten.

§. 113a.

Herrn Richter's Einwurf gegen Jurin's Argument.

Herr Richter, der in dem Verzeichnisse derjenigen, welche zu der Emporhaltung des neuen Kräftemaasses ihren Beitrag gethan haben, keine geringe Stelle verdient, hat einen etwas scheinbarern Einwurf gegen Jurin's Argument vorgebracht. (*Act. Erud.* 1735, *p.* 511.)

Er glaubt, eben dieselbe Kraft könne in Relation gegen verschiedene Dinge sehr ungleich seyn. Die Feder *R* habe der Kugel *E* zwar in Ansehung der Dinge, die sich mit dem Kahne zugleich in einer Richtung und Geschwindigkeit bewegen, eine Kraft wie 1 ertheilt, allein in Ansehung der Gegenstände, die da ausserhalb des Kahnes wirklich ruhen, habe die Feder der Kugel nicht eine einfache, sondern eine dreifache Kraft gegeben.

Ich möchte gern wissen, wo doch die zwei Grade Kraft, die nach Herrn Richter's Meinung der Körper *E*

in Relation gegen die ruhenden Gegenstände erhält, herkommen sollten; denn sie können doch nicht wegen einer leeren Abstraction oder eines müssigen Gedankens in ihm entstanden seyn, sondern es müssen durchaus thätige Ursachen und Kräfte seyn, wodurch sie hätten hervorgebracht werden sollen. Wenn aber Alles gegen die äussern Dinge in absoluter Ruhe ist, und der Kahn fängt an, sich mit einem Grade Geschwindigkeit zu bewegen, so entsteht in dem Körper *E* hierdurch ein Grad absoluter Kraft. Von da an thut der Kahn schon keine Wirkung mehr auf den Körper, denn er ruht in Ansehung seiner, allein die Spannungskraft der Feder fängt an, ihre Thätigkeit auszulassen, Diese hat nun gerade nur so viel, als zu Hervorbringung eines Grades Kraft erfordert wird; mehr wird man in ihr vergeblich suchen. Es ist also auf den Körper nicht mehr absolute Wirkung verübt worden, als nur so viel man zu 2 Graden Kraft rechnet. Wenn nun in Relation gegen die ruhenden Dinge, d. i. in absolutem Verstande, in dem Körper 4 Grade Kraft entstanden seyn sollten, und es wären dennoch nicht mehr als 2 Grade absolute Wirkung in demselben ausgeübt worden, so müssten 2 Grade von ungefähr und ohne Ursache entstanden, oder aus dem Nichts hervorgekrochen seyn.

Man kann zu gänzlicher Vermeidung alles Scrupels, wenn anders in einer so klaren Sache einiger Scrupel statt hat, den Fall des Herrn Jurin so einrichten, dass, wenn Alles in absoluter Ruhe ist, der Körper *E* zuerst von der Feder einen Grad Geschwindigkeit überkomme, indessen dass der Kahn noch ruht, so wird unstreitig diese erlangte Kraft des Körpers *E* eine absolute Kraft seyn. Wenn nun der Kahn sich alsdann auch anfängt, mit einem Grade zu bewegen, so ist dieses wiederum eine absolute Bewegung, weil er vorher gegen alle Dinge ruhte. Er theilt also allem demjenigen, was zu seiner Masse gehört, folglich auch dem Körper *E*, wiederum einen Grad Kraft mit, der, weil die Ursache, die ihn erzeugte, in absoluter Bewegung gewirkt hat, von derselben nicht mehr als einfach seyn kann. Also

entspringen auch auf diese Weise in Allem nicht mehr als 2 Grade Kraft für den Körper *E*.

Herr Richter sucht sich noch mit einer andern Ausflucht, die er von dem Stosse elastischer Körper hernimmt, herauszuwickeln. Allein seine Rechtfertigung ist auf der gemeinen Hypothese der Leibnitzianer erbaut: dass man nach dem Stosse elastischer Körper gerade die Kraft, die vor dem Stosse war, antreffen müsse. Wir haben diese Voraussetzung widerlegt; also ist es nicht nöthig, sich mit Herrn Richter hier insbesondere einzulassen.

§. 113. b.

Zusätze und Erläuterungen, die einige Stücke dieses Capitels betreffen.

I.

Erläuterung zum 25. §.

Deutlicherer Vortrag des 25. §.

Weil das Theorem dieses Paragraphen die vornehmste Grundfeste unserer gegenwärtigen Betrachtungen ist, so wollen wir es unter einer etwas deutlichern Gestalt vortragen.

Das Merkmal einer wirklichen Bewegung ist eine endliche Dauer derselben. Diese Dauer aber, oder, die von dem Anfange der Bewegung verflossene Zeit, ist unbestimmt, kann also nach Belieben angenommen werden. Wenn demnach die Linie *AB* (siehe Fig. 2. S. 41) die während der Bewegung verfliessende endliche Zeit vorstellt: so hat der Körper in *B* eine wirkliche Bewegung, ferner in *C*, als der Hälfte, auch in *D*, als dem Puncte des Viertheiles, und so fort in allen noch kleineren Theilen dieser Zeit, man mag sie ins Unendliche so klein machen, als man will; denn dieses erlaubt der unbestimmte

Begriff ihrer Grösse. Also kann ich diese Zeit unendlich klein denken, ohne dass hierdurch dem Begriffe der Wirklichkeit der Bewegung etwas abgeht. Wenn aber die Zeit dieser Dauer unendlich klein ist, so ist sie wie nichts zu rechnen, und der Körper ist nur in dem Anfangspuncte, d. i. in einer blossen Bestrebung zur Bewegung. Folglich, wenn es ohne fernere Einschränkung, so wie Leibnitz's Gesetz erheischt, wahr ist, dass des Körpers Kraft in jeder wirklichen Bewegung das Quadrat zum Maasse hat: so ist sie auch bei blosser Bestrebung zur Bewegung also beschaffen, welches sie selber doch verneinen müssen.

Woher der undeterminirte Begriff der endlichen Zeit die unendlich kleine mit in sich schliesst.

Es scheint beim ersten Anblicke, als wenn Leibnitz's Gesetz, durch die ihm anhängende Einschränkung der endlichen verflossenen Zeit genugsam gesichert sey, dass es nicht auf die Bewegung, deren Dauer unendlich klein ist, könne gezogen werden; denn die endliche Zeit ist ja ein Begriff, der ein von der unendlich kleinen Zeit ganz unterschiedliches Geschlecht andeutet: also hat es das Ansehen, dass bei dieser Einschränkung Dasjenige durchaus nicht könne auf die unendlich kleine Zeit gezogen werden, was nur unter der Bedingung der endlichen zugelassen wird. Es hat dieses auch seine Richtigkeit: wenn man von der endlichen Zeit so redet, dass man dabei voraussetzt, dass sie bestimmt, und ihre Grösse determinirt seyn müsse, wenn diese oder jene Eigenschaft aus ihr, als einer Bedingung, herfliessen soll. Wenn man aber eine endliche Zeit erfordert, aber dabei zulässt, dass man sie so gross oder klein nehmen könne, als man wolle: so ist alsdann auch die unendlich kleine Zeit mit in ihr Geschlecht eingeschlossen. Den Leibnitzianern kann dieses nicht unbekannt seyn. Denn sie müssen wissen, dass ihr Ahnherr das Gesetz der Continuität auf diesem Grunde erbaut habe: dass nämlich, wenn man annimmt, *A* sey grös-

ser als *B*, doch so, dass es unbestimmt sey, wie viel oder wenig es grösser sey, so werde man, ohne den Gesetzen, die unter dieser Bedingung wahr sind, Eintrag zu thun, auch sagen können, *A* sey *B* gleich, oder, wenn man *A* gegen *B* anlaufen lässt, und annimmt, dass sich *B* auch bewege, so werde man, wenn der Grad dieser seiner Bewegung unbestimmt ist, auch annehmen können, dass *B* ruhe, ohne dass hierdurch Dasjenige könne aufgehoben werden, was unter jener Bedingung festgesetzt ist, und so in andern Fällen mehr.

Leibnitz's Schätzung gilt auch nicht unter der Bedingung der endlichen Geschwindigkeit.

Wollte man endlich noch sagen, dass Leibnitz's Schätzung zwar nicht unter der Bedingung der endlichen Zeit, aber dennoch unter der Voraussetzung der endlichen Geschwindigkeit, wahr sey (obgleich dieses offenbar gegen ihre Lehre seyn würde), so merke man, dass man die endliche Geschwindigkeit eben sowohl als die endliche Zeit, durch die Linie *AB* (siehe Fig. 2. S. 41) vorstellen könne, und alsdann wird es sich gleichfalls ausweisen, dass, wenn ihr Gesetz überhaupt bei endlicher Geschwindigkeit gilt, es auch bei unendlich kleiner gelten müsse, welches sie doch selber nicht umhin können zu leugnen.

II.

Zusätze zu den §. 31 bis 36.

Unsere Gegner rechnen es unter die klarsten Begriffe, die man nur haben kann: dass ein Körper gerade die Kraft aller der Federn habe, die er zudrückt, bis ihm seine ganze Bewegung genommen worden, die Zeit, in der diese Federn gedrückt werden, sey wie sie wolle. Herr Johann Bernoulli sagt von Denen, die mit der Anzahl der überwältigten Federn allein nicht zufrieden sind, sondern

noch immer nach der Zeit der Zudrückung fragen, dass sie eben so ungereimt wären, als Einer, der die Menge Wasser in einem Becher messen will, und sich an dem wirklichen Maasse, das er vor sich hat, nämlich der Capacität des Bechers, nicht begnügt, sondern meint, er müsse noch die Zeit dazu wissen, in der dieser Becher angefüllt worden. Er setzt vor Zuversicht und Unwillen hinzu (*Acta Erud.* 1735, *p.* 210): *desine igitur quaerere nodum in scirpo.* Die Frau Marquise von Chastelet hat einen eben so scherzhaften Einfall in Bereitschaft; allein sie irren Beide, und zwar, wo mir es erlaubt ist zu sagen, mit eben so grossem Nachtheile ihres Ruhmes, als die Zuversicht war, die sie in diesem Irrthume haben blicken lassen.

Woher die Zeit nothwendig bei dem Hinderniss der Schwere in Anschlag kommt.

Wenn eine jede von den Federn *A*, *B*, *C*, *D*, *E* von solcher Art ist, dass sie nur einem einzigen Drucke des Körpers *M* widersteht, und zugleich dadurch ihre ganze Thätigkeit verliert, folglich hernach in dem Körper *M* gar keine Wirkung mehr thut, er mag ihr so lange ausgesetzt seyn, als er wolle: so gestehe ich selber, dass der Körper einerlei Kraft ausgeübt habe, er mag diese Federn in einfacher, oder vierfacher Zeit zugedrückt haben, denn nachdem er sie einmal zugedrückt hat, so bringt er die übrige Zeit bei ihr müssig zu. Wenn im Gegentheil die Kraft des Körpers die Thätigkeit der Feder, deren Druck er überwindet, nicht zugleich aufhebt: so gehen aus der Feder in den entgegenwirkenden Körper alle Augenblicke neue Grade Kraft über; denn die Wirksamkeit dieser Feder, die in dem ersten Augenblicke die Ursache eines in dem Körper erloschenen Grades Kraft war, ist es auch noch, und zwar eben so stark in dem zweiten Augenblicke, ferner in dem dritten, und so weiter in allen folgenden ins Unendliche. Unter diesen Bedingungen ist es nicht einerlei, ob der Körper, der den Druck dieser Feder überwäl-

tigt, es in kürzerer oder längerer Zeit thue; denn in der längern hat er mehr Drückungen ausgehalten, als in der kürzeren. Nun ist aber der Druck der Schwere von dieser Art. Eine jede Feder derselben wirkt alle Augenblicke mit gleicher Thätigkeit, und der Körper, der ihren Druck in dem ersten Augenblicke überwindet, hat es deswegen noch nicht auf alle folgende Augenblicke gethan. Er wird zu dem zweiten eben so viel Kraft brauchen u. s. f. Die Kraft also, die ein Körper aufwendet, der Drückung eines einzigen Theiles der schwermachenden Materie Widerstand zu leisten, ist nicht blos wie die Intensität der Schwerdrückung, sondern wie das *Rectangulum* aus dieser in die Zeit.

Noch ein Beweis gegen die lebendigen Kräfte.

Man kann zum überflüssigen Beweis des Satzes: dass nicht die Anzahl der Federn, sondern die Zeit, das Maass der verübten Wirkung sey, noch dieses hinzusetzen. Ein schräg geworfener Körper, dessen Bewegung parabolisch ist, müsste sowohl eine gewisse Höhe weit schneller durch den Fall zurücklegen, als auch eine viel grössere Geschwindigkeit und Kraft am Ende desselben überkommen, als ihm der senkrechte Fall von gleicher Höhe ertheilen könnte. Denn indem er die krumme Linie beschreibt, so durchläuft er bis zum Ende des Falles einen grössern Raum, als wenn er vertical gefallen wäre. In jenem grössern Raum aber muss er nothwendig mehr Federn der Schwere erdulden, als er in der kurzen geraden Linie antreffen konnte, denn die schwerdrückende Materie ist nach allen Seiten gleich verbreitet: also müsste er Leibnitz's Satze zufolge, in jenem mehr Kraft und Geschwindigkeit erlangen, als in diesem, welches ungereimt ist.

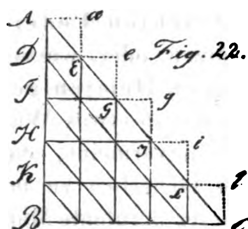
Gedanken über den Streit zwischen der Frau Marquise von Chastelet und dem Herrn von Mairan von den lebendigen Kräften.

Der Herr von Mairan ist auf den Anschlag gekommen, die Kraft eines Körpers nach den nicht überwundenen Hindernissen, nicht zugedrückten Federn, nicht verrückten Materien zu schätzen, oder, wie sich die Frau von Chastelet ausdrückt, nach Demjenigen, was er nicht thut. Diese Gegnerin hat so etwas Wunderliches in diesem Gedanken zu finden vermeint, dass sie geglaubt hat, sie dürfe, um ihn lächerlich zu machen, ihn nur anführen. Ungeachtet dieser berühmte Mann nun seinem Gedanken eine Einschränkung beigefügt hat, worauf eigentlich Alles ankommt, nämlich: dass diese Federn dennoch würden zugedrückt worden seyn, wenn man durch eine Hypothese annähme, dass er seine Kraft behalten, oder immer wieder angenommen hatte, so findet seine Gegnerin dennoch so etwas Unerlaubtes und Unbefugtes in dieser Hypothese, dass sie ihm deswegen einen noch viel härteren Vorwurf macht. Ich werde kürzlich zeigen, wie gewiss und untrüglich der Gedanke dieses vortrefflichen Mannes sey, und dass, ausser des Herrn Jurin seinem, den wir schon angeführt haben, nicht leicht etwas Entscheidenderes und Gründlicheres in dieser Sache habe ersonnen werden können.

Vertheidigung der Schätzungsart des Herrn von Mairan gegen die Frau von Chastelet.

Wenn man Dasjenige nimmt, was die Kraft eines Körpers eingebüsst hat, indem gewisse Hindernisse durch dieselbe überwunden worden, wenn man, sage ich, diese Einbusse misst, so weiss man auf das Gewisseste, wie gross die gesammte Gewalt des überwältigten Widerstandes gewesen ist; denn der Körper hätte diesen Widerstand oder dieses Hinderniss nicht überwinden können, ohne einen

ihr gleichen Grad Kraft dabei aufzuwenden, und wie gross dann diese in dem Körper zernichtete und verzehrte Kraft ist, so stark ist auch das Hinderniss gewesen, das ihm dieselbe genommen hat, und auch die Wirkung, die auf dieselbe Weise verübt worden.



Nehmt nun einen Körper an, der mit fünf Graden Geschwindigkeit von dem Horizonte senkrecht in die Höhe steigt, und drückt den Raum, oder die Höhe, die er erreicht, wie gewöhnlich durch den Inhalt des Triangels *ABC* aus, in welchem die Linie *AB* die verflossene Zeit, *BC* aber die Geschwindigkeit, womit er sich zu der Höhe erhebt, ausdrücke. Die gleichen Linien *AD*, *DF*, *FH* u. s. w. sollen die Elemente der ganzen Zeit *AB* ausdrücken, folglich die kleinen Triangel, daraus die Fläche des grossen zusammengesetzt ist, und die alle so gross sind, wie *ADE*, die Elemente des ganzen Raumes, oder die Anzahl aller Federn, die der Körper binnen der Zeit *AB* zudrückt. Demnach drückt unser Körper in dem ersten Zeittheilchen *BK*, darin er anfängt, in die Höhe zu steigen, die 9 Federn zu, die er in dem Raum *KL BC* antrifft. Er würde aber, wenn die Zurückhaltung dieser Federn in ihm keine Kraft verzehrt hätten, oder wenn dieser Verlust immer anders woher wäre ersetzt worden, annoch die Feder *LlC* dazu zugedrückt haben, die er jetzt nicht zudrücken kann, weil ihm gerade so viel Kraft, als er hierzu haben muss, bei der Zudrückung der andern aufgegangen. Also ist die Feder *LlC* das Maass derjenigen Kraft, die der Widerstand der zugedrückten 9 Federn in unserm Körper verzehrt hat. Nachdem er nun dieses verrichtet hat, so fährt er fort, mit dem Überreste seiner Kraft, der ihm nach dem angezeigten Verluste übriggeblieben, weiter in die Höhe zu steigen, und drückt in dem zweiten Zeittheilchen *KH* die 7 Federn, die in dem

Raum *HI KL* angetroffen werden, zu Hier ist nun aufs Neue klar, dass wenn unser Körper diese 7 Federn hätte zudrücken können, und ihm doch seine Kraft ganz verblieben wäre, so würde er in eben derselben Minute noch die Feder *IiL* dazu zugedrückt und überwältigt haben; allein, da er dieses nicht gethan hat, so folgt: dass er, durch die Zudrückung der 7 übrigen Federn, den Grad verloren habe, dessen Ergänzung ihn würde in den Stand gesetzt haben, *IiL* noch dazu zu überwältigen; folglich zeigt diese Feder die Grösse des Verlustes an, den der Widerstand der 7 Federn seiner Kraft zugezogen hat. Auf eben diese Weise wird die Feder *GgI* die Einbusse der Kraft, durch die Zurückhaltungen der Schwere in dem dritten Zeittheilchen *FH* zu erkennen geben, und so weiter. So ist denn also der Verlust, den der frei in die Höhe steigende Körper erleidet, indem er das Hinderniss der Schwere überwindet, wie die Summe der nicht zugedrückten Federn *LlC*, *IiL*, *GgI*, *EGg*, *Eeg*, folglich auch die Quantität der Hindernisse selber, die er bezwungen hat, und mithin seine Kraft, in dieser Proportion. Und da die nicht zugedrückten Federn das Verhältniss der Zeiten oder Geschwindigkeiten haben, so ist die Kraft des Körpers auch wie diese. W. z. B.

Es erhellt ferner hieraus, warum Herr von Mairan befugt sey, durch eine Hypothese anzunehmen, der Körper habe Hindernisse überwunden, und doch seine Kraft ganz behalten, welches anfänglich dem ersten Grundgesetze der Bewegungen zu widersprechen scheint. Denn die Hindernisse nehmen ihm freilich einen ihnen gleichen Theil der Kraft; allein es steht dennoch frei, diesen Abgang immer in Gedanken anderswoher zu ersetzen, und den Körper dennoch schadlos zu halten, damit man sehe, wie viel er, bei auf diese Weise unverminderter Kraft, mehr thun würde, als wenn Dasjenige wäre verloren geblieben, was das Hinderniss verzehrt hatte. Dieses wird alsdann das ganze Maass derjenigen Kraft an die Hand geben, die der Widerstand wirklich dem Körper benimmt,

weil es zu erkennen giebt, was für einen Grad man hinzuthun müsse, damit der Körper nichts verloren habe.

Ich kann nicht umhin, hier noch eine Anmerkung über diejenige Art zu machen, womit die Frau Marquise die Lehrsätze ihres Gegners angreift. Mich dünkt, sie habe keine bessere Methode erwählen können, ihm den allerempfindlichsten Streich beizubringen, als da sie seinen Schlüssen den Zug von etwas Seltsamem und Ungereimtem zu geben beschäftigt ist. Eine ernsthafte Vorstellung lockt den Leser zu der gehörigen Aufmerksamkeit und Untersuchung an, und lässt die Seele zu allen Gründen offen, die von einer, oder der andern Seite in sie eindringen können. Aber die wunderliche Figur, unter der sie die Meinungen ihres Gegners auftreten lässt, bemächtigt sich sogleich der schwachen Seite des Lesers, und vernichtet in ihm die Lust zu einer näheren Erwägung. Diejenige Kraft der Seele, die die Beurtheilung und das Nachsinnen regiert, ist von einer trägen und ruhigen Natur; sie ist vergnügt, den Punct ihres Ruhestandes anzutreffen, und bleibt gern bei Demjenigen stille stehen, was sie von einem mühsamen Nachdenken losspricht; darum lässt sie sich leicht von solchen Vorstellungen gewinnen, die die eine von zwei Meinungen auf einmal unter die Wahrscheinlichkeit heruntersetzt, und die Mühe fernerer Untersuchungen für unnöthig erklärt. Unsere Philosophin hätte also ihr *ridendo dicere verum*, oder den Einfall, ihrem Gegner im Lachen die Wahrheit zu sagen, mit mehr Billigkeit und vielleicht auch mit besserem Erfolg gebrauchen können, wenn ihr Gegner ernsthafter Gründe unfähig gewesen wäre, und man ihn seine Auslachenswürdigkeit hätte wollen empfinden lassen. Die Anmerkung, die ich hier mache, würde gegen eine jede andere Person ihres Geschlechts das Ansehen eines ungesitteten Betragens, und einer gewissen Aufführung, die man pedantisch nennt, an sich haben; allein der Vorzug des Verstandes und der Wissenschaft an derjenigen Person, von der ich rede, der sie über alle übrige ihres Geschlechtes, und auch über einen grossen

Theil des andern, hinwegsetzt, beraubt sie zugleich Desjenigen, was das eigentliche Vorrecht des schöneren Theiles der Menschen ist, nämlich der Schmeichelei und der Lobsprüche, die dieselben zum Grunde haben.

Die Wahl des Herrn von Mairan wird noch dadurch vortrefflich, dass die Federn, die in seiner Methode das Maass der aufgewandten Kraft sind, nicht allein gleich sind, sondern auch in gleichen Zeiten würden seyn zugedrückt worden; folglich sowohl die Leibnitzianer vergnügt werden, die auf eine Gleichheit des Raumes dringen, wenn sie gestehen sollen, dass die Kraft gleich sey, als auch die Cartesianer, die dieses in Ansehung der Zeit erfordern.

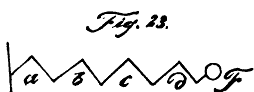
III.

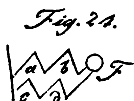
Zusätze zu den §. 45, 46, 47.

Mich dünkt, ich habe nichts Gewisseres und Unwidersprechlicheres sagen können, als dass eine Feder einen Körper unmöglich fortstossen kann, wenn sie sich nicht mit eben der Gewalt gegen einen Widerhalt steift, und eben so stark anstemmt, als sie auf der andern Seite mit ihrer Spannungskraft den Körper stösst; und folglich, weil in dem Falle des Herrn Bernoulli kein anderer Widerhalt ist, als der Körper *B*, sie eben dieselbe Gewalt der Anstrengung gegen ihn anwenden müsse, als sie gegen *A* anwenden kann, denn die Feder würde den Körper *A* gar nicht fortstossen, wenn *B* nicht dieselbe in der Spannung erhielt, indem er ihrer Ausstreckung widerstrebt; daher empfängt derselbe, weil er kein unbeweglicher Widerhalt ist, alle Kraft gleichfalls, die die Feder in *A* hineinbringt. Ungeachtet die ganze Welt auf gleiche Weise denkt, so fand doch Herr Johann Bernoulli in dem Gegensatze, ich weiss nicht was für ein helles Licht, worauf er eine unüberwindliche Zuversicht gründete. Er spricht: *non capio, quid pertinacissimus adversarius, si vel scepticus esset, huic evidentissimae demonstrationi opponere queat*, und bald darauf: *certe, in nostra potestate non est, aliquem eo adigere, ut fateatur, discere, quando videmus*

solem horizontem ascendere. Lasst uns diesen Zufall der menschlichen Vernunft, in der Person eines so grossen Mannes, nicht mit Gleichgültigkeit ansehen, sondern daraus lernen, auch in unsere grösseste Überzeugung ein weises Misstrauen zu setzen, und allemal zu vermuthen, dass wir auch alsdann noch nicht ausser der Gefahr sind, uns selber zu hintergehen, damit der Verstand in seinem Gleichgewichte wenigstens sich so lange erhalte, bis er Zeit gewonnen hat, die Umstände, den Beweis und das Gegentheil, in genugsamer Prüfung kennen zu lernen.

In eben dieser Abhandlung, von der wir reden, zeigt der Herr Bernoulli: wie man einem Körper eben dieselbe Kraft, in kürzerer Zeit, durch den Druck einer gleichen Anzahl Federn ertheilen könne. Ich habe darauf, in so weit es unser Geschäft eigentlich angeht, schon genug geantwortet; allein hier will ich noch eine Beobachtung beifügen, die zwar unser Vorhaben nicht betrifft, allein dennoch ihren besonderen Nutzen haben kann. Er spricht daselbst: die Kugel *F* werde durch die 4 Federn *a*, *b*, *c*, *d* allemal gleiche Kraft erhalten, man mag sie in einer Linie, wie Fig. 23., oder in zwei Theilen neben einander, wie Fig. 24, oder in 4 solchen Zeittheilungen, wie die 25te Fig. ausweist, zusammensetzen







Erinnerung bei der Art, wie Herr Bernoulli in einen Körper die ganze Kraft von vielen Federn zu bringen vermeint.

Hierbei merke man folgende Cautelen. Der Gedanke desselben ist nur bei solchen Umständen wahr, da die hintereinanderhängenden Federn *a*, *b*, *c*, *d*, (Fig. 23.) dem Körper noch nicht eine grössere Geschwindigkeit ertheilen, als diejenige ist, womit eine dieser Federn abgesondert für sich allein aufspringen würde; denn sobald dieses ist, so schlägt es

fehl, wenn man, nach dem Anschlage des Herrn Bernoulli, durch neben einander verknüpfte Federn (Fig. 24.) dem Körper eben dieselbe Geschwindigkeit geben will, als sie ihm nach einander in einer Reihe mittheilen können. Es sey nämlich die Geschwindigkeit, die die Reihe Federn in den 23ten Figur dem Körper, bis sie sich völlig ausgestreckt haben, ertheilt, wie 10, die Geschwindigkeit aber, womit eine derselben, z. B. *a* für sich allein, nämlich ohne dass sie einen Körper fortstösst, aufspringt, wie 8: so ist klar, dass in der Methode der 25ten Figur, die 4 Federn dem Körper nur 8 Grade Geschwindigkeit werden ertheilen können. Denn sobald der Körper diese Grade empfangen hat, so hat er eben so viel Geschwindigkeit, als die Federn, die ihn fortstossen sollen, selbst haben, wenn sie frei aufspringen, also werden sie alsdann nichts mehr in ihn hineinbringen können. Indessen ist doch unstreitig, dass, wenn dieser Körper *F* durch den Anlauf diese 4 Federn in der 25sten Figur wieder zudrücken soll, er eben sowohl 10 ganze Grade Kraft hierzu nöthig habe, als in der 23sten oder 24sten. Weil aber eben diese 25te Figur die Abbildung der elastischen Kraft eines jeden Körpers seyn kann, so erhellt hieraus, dass es möglich sey, dass ein völlig elastischer Körper gegen einen unbeweglichen Widerhalt mit einer gewissen Geschwindigkeit anlaufen könne, und dass dessen ungeachtet die Geschwindigkeit, womit er zurückprallt, viel kleiner seyn könne, als womit er angestossen hatte. Wenn man aber doch gerne haben will, dass diese 4 Federn dem Körper, den sie stossen, ihre ganze Kraft mittheilen sollen, so muss man zu der Masse *F* noch $\frac{2}{10}$ hinzuthun, denn alsdann werden die 4 Federn an der Menge der Materie Dasjenige ersetzen, was sie mit der Geschwindigkeit nicht einbringen können.

IV.

Erläuterung des §. 105.

Ausführliche Darlegung der Fehler in dem Wolf'schen Beweise.

Ich habe mich nicht deutlich genug erklärt, da ich S. 148. den ungemeinen Fehler in dem Argumente des Herrn Baron Wolf habe anzeigen wollen. Es scheint beim ersten Anblicke, als wenn der Schluss darin noch mathematisch genug herauskomme, nämlich der Regel gemäss, *aequales rationes sibi substitui invicem possunt;* allein er hat in der That mit derselben gar keine Gemeinschaft. Der vorhergehende Fall war dieser: *tempora, quibus duo mobilia, si sunt aequalia, eosdem effectus patrant, sunt reciproce ut celeritates.* Darauf folgt in der zweiten Nummer des Beweises: *massae corporum inaequalium, quae eosdem effectus patrant, sunt reciproce ut celeritates.* Hieraus folgert Herr Wolf nun (denn so lautet sein Argument, wenn man es gehörig auflöst): weil das Verhältniss der Zeiten und der Massen in beiden Fällen des Verhältnisses der Geschwindigkeiten gleich sind: so werden sie unter einander gleich seyn. Dieses kann gebilligt werden, aber dass man nur die Bestimmungen nicht aus der Acht lasse, unter welcher sie einander gleich sind, nämlich: dass die Massen ungleicher Körper, die einerlei Wirkung thut, sich eben so verhalten, als die Zeiten, worin NB. gleiche Körper eben dieselbe Wirkung verüben, denn das ist die Einschränkung, die, wie man sehen kann, den Verhältnissen anhängt. Allein der Schluss des Herrn Wolf ist dieser: also verhalten sich die Massen dieser Körper, wie die Zeiten, darin eben diese ungleichen Körper ihre gleiche Wirkung verüben, welches eine augenscheinliche Verfälschung der gegebenen Proportion ist.

Wenn unser Autor nur auf den Gedanken gekommen wäre, die zwei Sätze, die er aus einander herleiten will, mit einander zu vergleichen: so hätte er sonnenklar sehen

müssen, dass sie von einander nicht allein nicht herfliessen, sondern sogar sich gerade widersprechen. Nämlich der erste Satz ist dieser: *actiones, quibus corpora aequalia eosdem effectus patrant, sunt ut celeritates.* Hieraus will er den andern Satz, der das Resultat der zweiten Nummer im Beweise ist, herfolgern, nämlich: *actiones, quibus corpora inaequalia eosdem effectus patrant, sunt etiam ut ipsorum celeritates; celeritates autem eorum sunt reciproce ut massae.*

Wenn wir nun, nach Maassgebung des ersten Satzes, zwei gleiche Körper nehmen, *A* und *B*, so dass *B* zwei Mal mehr Geschwindigkeit habe als *A*: so ist nach dieser Regel die *Action*, womit *B* eben denselben Effect thut als *A*, zwei Mal grösser als die *Action* des Körpers *A*; weil jener nämlich, wegen seiner grösseren Geschwindigkeit, diesen Effect in zwei Mal kleinerer Zeit verrichtet. Allein nach der zweiten Regel würde ich *B* zwei Mal kleiner machen können, und die besagte *Action* würde doch eben so gross seyn wie vorher, wenn gleich die Geschwindigkeit so wie vorher verbliebe. Nun ist es aber augenscheinlich, dass, wenn *B* zwei Mal kleiner wird, als es vorher gewesen, und seine Geschwindigkeit dieselbe verbleibt, es unmöglich den gegebenen Effect in eben der Zeit thun kann, als da seine Masse zwei Mal grösser war, sondern es wird mehr Zeit dazu brauchen; mithin, weil die *Action* desto kleiner wird, je grösser die Zeit ist, die zu eben demselben Effect angewandt worden, so wird die *Action* nothwendig alsdann kleiner seyn müssen, als wenn die Masse von *B* bei eben derselben Geschwindigkeit zwei Mal grösser ist, welches also dem Resultat der zweiten Nummer widerspricht.

Alle diese Widersprüche aber sind in dem vorhabenden Wolf'schen Beweise anzutreffen, wenn man ihm gleich den Satz schenkt, den er zum Grunde legt: nämlich, dass die *Actiones* ungleich seyn können, deren *Effectus* doch gleich sind. Dieser Satz, den nie ein Sterblicher sich hat einfallen lassen zu behaupten, ist ein Widerspruch in der besten Form, so genau als man sie nur immer ersinnen

kann. Denn das Wort der *Action* ist ein relatives Wort, welches die Wirkung oder Effect in einem Dinge andeutet, in so weit ein anderes Ding den Grund davon in sich enthält. Es ist also der Effect und die *Action* eben dasselbe, und die Bedeutung unterscheidet sich nur darin, dass ich es bald zu demjenigen Dinge referire, welches der Grund davon ist, bald ausser demselben betrachte. Es würde also eben so viel gesagt seyn: als: eine *Action* könne sich selber ungleich seyn. Zudem hat es nur deswegen den Namen der *Action*, weil von ihr ein Effect abhängt, und wenn in dieser *Action* ein Theil seyn könnte, von dem nicht ein ihm gleicher Effect abhinge, so würde derselbe Theil den Namen der *Action* auch nicht haben können. Wenn auch schon die Zeiten ungleich sind, darin eben dieselben *Effectus* hervorgebracht worden, so bleiben die daran gewandten *Actiones* dennoch gleich, und es folgt nur daraus, dass bei gleichen Zeiten die Effecte, und arch die ihnen correspondirenden *Actiones*, ungleich seyn werden.

Kurz hiervon zu reden: es leuchtet sogleich in die Augen, dass ganz besondere Ursachen müssen gewesen seyn, welche so ausnehmende Fehler in dieser Abhandlung veranlasst haben, die mit der bekannten und hochgepriesenen Scharfsinnigkeit des Verfassers, die aus allem Demjenigen hervorleuchtet, was sein Eigenthum ist, gar nicht zusammen stimmen. Es ist nicht schwer zu ermessen, dass das rühmliche Verlangen, die Ehre des Herrn von Leibnitz, welche man damals für die Ehre von ganz Deutschland hielt, zu retten, diese Bemühung hervorgebracht, und die Beweise in einer viel vortheilhafteren Gestalt dargestellt haben, als sie ausser diesem Lichte ihrem Urheber würden erschienen seyn. Die Sache selber war von so verzweifelter Art, dass sie nicht konnte ohne Irrthümer vertheidigt werden; aber ihr Unterfangen war doch so anlockend, dass sie der Kaltsinnigkeit der Untersuchung nicht Platz liesse. Eben dieses will ich von den

Vergehungen der hochberühmten Männer, des Herrn Herrmann, Bernoulli etc. gesagt haben, die ich entweder schon gezeigt habe, oder noch zeigen werde, und dergleichen man ausser diesem Vorwurfe bei ihnen fast gar nicht antrifft. Die Ehre des Mannes also, von dem wir reden, bleibt gesichert. Ich habe Freiheit mit seiner Schutzschrift so umzugehen, als mit einer Sache, die sein Eigenthum nicht ist. Er kann mir unterdessen Dasjenige zurufen, was ein älterer Philosoph, obzwar bei einer Gelegenheit, die ihn etwas näher anging, ausrief: du triffst nur das Gehäuse des Anaxarchus.

Drittes Hauptstück,

welches eine neue Schätzung der lebendigen Kräfte, als das wahre Kräftemaass der Natur darlegt.

§. 114.

Woher dasjenige Gesetz, welches in der Mathematik falsch befunden worden, in der Natur statthaben könne.

Wir haben demnach ausführlich dargethan, dass die Schätzung der Kräfte nach dem Quadrat in der Mathematik falsch befunden werde, und dass diese kein anderes Kräftemaass erlaube, als nur das alte, oder Cartesius' sche. Indessen haben wir doch an unterschiedlichen Stellen des vorigen Hauptstücks dem Leser Hoffnung gemacht, die Quadratschätzung dessen ungeachtet doch in die Natur einzuführen, und jetzt ist es Zeit, unser Versprechen zu erfüllen. Dieses Unterfangen wird die meisten von meinen Lesern stutzig machen; denn es scheint, als wenn daraus folge, dass die Mathematik nicht unbetrüglich sey, und dass es angehe, von ihrem Ausspruche noch zu appelliren. Allein die Sache befindet sich wirklich nicht so. Wenn die Mathematik ihr Gesetz über alle Körper insgemein ausspräche, so würden auch die natürlichen darunter begriffen seyn, und es würde vergeblich seyn, eine Ausnahme zu hoffen. Allein sie setzt den Begriff von ihrem Körper selbst fest, vermittelst der *Axiomata*, von denen sie fordert,

dass man sie bei ihrem Körper voraussetzen müsse, welche aber so beschaffen sind, dass sie an demselben gewisse Eigenschaften nicht erlauben und ausschliessen, die an dem Körper der Natur doch nothwendig anzutreffen sind: folglich ist der Körper der Mathematik ein Ding, welches von dem Körper der Natur ganz unterschieden ist, und es kann daher Etwas bei jenem wahr seyn, was doch auf diesen nicht zu ziehen ist.

§. 115.

Unterschied zwischen dem mathematischen und natürlichen Körper und der beiderseits betreffenden Gesetze.

Wir wollen jetzt sehen, was denn dieses für eine Eigenschaft sey, die in dem Körper der Natur anzutreffen ist, und die die Mathematik an dem ihrigen nicht erlaubt, und welches hernach verursacht, dass jener ein Ding von ganz anderem Geschlechte ist, als dieser. Die Mathematik erlaubt nicht, dass ihr Körper eine Kraft habe, die nicht von demjenigen, der die äusserliche Ursache seiner Bewegung ist, gänzlich hervorgebracht worden. Also lässt sie keine andere Kraft in dem Körper zu, als in so weit sie von draussen in ihm verursacht worden, und man wird sie daher in den Ursachen seiner Bewegung allemal genau, und in eben demselben Maasse wiederantreffen. Dieses ist ein Grundgesetz der Mechanik, dessen Voraussetzung aber auch keine andere Schätzung, als die Cartesius'sche stattfinden lässt. Mit dem Körper der Natur aber hat es, wie wir es bald erweisen werden, eine ganz andere Beschaffenheit. Derselbe hat ein Vermögen in sich, die Kraft, welche von draussen durch die Ursache seiner Bewegung in ihm erweckt worden, von selber in sich zu vergrössern, so, dass in ihr Grade Kraft seyn können, die von der äusserlichen Ursache der Bewegung nicht entsprungen sind und auch grösser sind als dieselbe, die folglich mit demselben Maasse nicht können gemessen werden, womit die

Cartesius'sche Kraft gemessen wird, und auch eine andere Schätzung haben. Wir wollen diese Eigenschaft des natürlichen Körpers mit aller Genauigkeit und Gründlichkeit, die eine so wichtige Sache erfordert, abhandeln.

§. 116.

Die Geschwindigkeit ist kein Begriff von einer Kraft.

Die Geschwindigkeit schliesst, wie wir §. 3. gesehen haben, an und für sich keinen Begriff einer Kraft in sich. Denn sie ist eine Bestimmung der Bewegung, das ist, desjenigen Zustandes des Körpers, da er die Kraft, die er hat, nicht anwendet, sondern mit derselben unthätig ist. Sie ist aber eigentlich die Zahl von derjenigen Kraft, die der Körper hat, wenn er ruht, d. i. die er mit unendlich kleiner Geschwindigkeit hat; das ist, sie ist die Zahl, darin diejenige Kraft, die dem Körper bei unendlich kleiner Geschwindigkeit beiwohnt, die Einheit ist. Dieses erhellt am klarsten aus der Art der Zergliederung, nach Anweisung des vortrefflichen Jurin'schen Falles, §. 110.; wenn wir nämlich auf die ähnliche Art, wie er die Geschwindigkeit aus zwei gleichen Theilen bestehend betrachtet, sie in ihren unendlich kleinen Theilen erwägen.

§. 117.

Es würde keine Kraft seyn, wenn keine Bestrebung wäre, den Zustand in sich zu erhalten.

Um genau zu wissen, was den Begriff der Kraft eigentlich bestimme, müssen wir auf nachfolgende Weise verfahren. Die Kraft wird mit Recht durch das Hinderniss geschätzt, welche sie bricht, und in dem Körper aufhebt. Hieraus erhellt, dass ein Körper gar keine Kraft haben würde, wenn in ihm nicht eine Bestrebung wäre,

den Zustand, den das Hinderniss aufheben soll, in sich zu erhalten; denn wenn dieses nicht wäre, so würde Dasjenige, was das Hinderniss zu brechen hätte, wie 0 seyn.

Was die Intension sey.

Die Bewegung ist das äusserliche Phänomenon der Kraft, die Bestrebung aber, diese Bewegung zu erhalten, ist die Basis der Activität, und die Geschwindigkeit zeigt an, wie vielmal man dieselbe nehmen müsse, damit man die ganze Kraft habe. Jene wollen wir hinfüro die Intension nennen, also ist die Kraft dem Product aus der Geschwindigkeit in die Intension gleich.

Erläuterung dieses Begriffes.

Damit man ein Beispiel habe, daran man diese Begriffe desto deutlicher vermerken könne, so nehme man die vierfache Feder *a*, *b*, *c*, *d* (siehe Figur 23, S. 170) an. Wenn wir nun setzen, dass die Geschwindigkeit, womit eine jede derselben allein sich anfängt auszurecken, wie 1 ist: so ist die Anfangsgeschwindigkeit, womit die ganze Feder *ad*, die aus 4 dergleichen zusammengesetzt ist, wenn sie sich frei ausstreckte, wie 4, und es scheint, als wenn daraus folge, dass die Anfangsgeschwindigkeit, die die vierfache Feder einem Körper eindrückt, viermal grösser seyn werde, als diejenige, die die einfache wirkt. Allein die Intension ist in der vierfachen Feder 4 Mal kleiner als in der einfachen; denn eben dieselbe Kraft, die eine von diesen vier verbundenen Federn gegen einen unbeweglichen Widerhalt in gewissem Maasse zudrücken würde, drückt die vierfache vier Mal mehr zu, weil der Widerhalt der einzelnen Feder, wenn sie auf diese Weise mit 3 andern verbunden worden, ein beweglicher Widerhalt ist, und folglich der Steifigkeit, oder welches hier einerlei ist, der Intension, der vierfachen Feder das-

jenige abgeht, was ihre Geschwindigkeit überträgt. Daher geschieht es denn, dass die Anfangsgeschwindigkeit, die die vierfache Feder einem Körper ertheilt, nicht grösser ist, als diejenige, die er von einer einfachen haben kann, obgleich jener ihre Anfangsgeschwindigkeit, wenn sie sich frei ausdehnt, diese vier Mal übertrifft. Und dieses kann dienen, den Begriff der Intension verständlich zu machen, und zu zeigen, woher sie bei Schätzung der Kraft nothwendig in Anschlag kommen müsse.

§. 118.

Wenn die Intension wie ein Punct ist, so ist die Kraft wie eine Linie, nämlich wie die Geschwindigkeit.

Wenn die Kraft eines Körpers von der Art ist, dass sie den Zustand der Bewegung nur auf einen Augenblick zu erhalten bestrebt ist, die Geschwindigkeit mag seyn, wie sie wolle: so ist diese Bestrebung, oder Intension, bei allen Geschwindigkeiten gleich; folglich ist die ganze Kraft eines solchen Körpers nur in Proportion seiner Geschwindigkeit; denn der eine von den Factoren ist immer gleich, folglich verhält sich das Product, welches die Quantität der Kraft andeutet, wie der zweite Factor.

§. 119

Wenn die Intension endlich, d. i. wie eine Linie ist, so ist die Kraft wie das Quadrat.

Bei einer solchen Bewegung würde eine unaufhörliche Ersetzung der in dem Körper alle Augenblicke verschwindenden Kraft von draussen nöthig seyn, und die Kraft würde immerfort nur eine Wirkung eines beständigen äusserlichen Antriebes seyn, wenn der Körper auf diese Weise eine immerwährende Bewegung leisten sollte. Allein hieraus erhellt auch klärlich, dass wenn im Gegen-

theil die Kraft des Körpers von der Art wäre, dass sie eine hinlängliche Bestrebung in sich enthielt, die Bewegung mit der gegebenen Geschwindigkeit einförmig und unaufhörlich von selbst ohne eine äusserliche Machthülfe zu erhalten, diese Kraft von ganz anderer Art, und auch unendlich viel vollkommener seyn müsste.

Denn da jener ihre Intension bei allen Geschwindigkeiten gleich, nämlich unendlich klein ist, und nur durch die Menge der Grade Geschwindigkeit vervielfältigt ist: so muss dieselbe im Gegentheil in dieser allemal in Proportion der Geschwindigkeit seyn, und auch mit dieser multiplicirt werden, wovon das Resultat das wahre Maass der Kraft ist. Denn die endliche Geschwindigkeit, deren Intension unendlich klein ist, giebt eine Kraft an die Hand, wovon diejenige, die eben diese Intension bei unendlich kleiner Geschwindigkeit ausmacht, die Einheit ist. Wenn also ein Körper diese Geschwindigkeit und Kraft in sich selbst hinlänglich gründen soll, damit er die vollständige Bestrebung habe, sie immerwährend in sich zu erhalten: so wird seine Intension dieser Kraft oder Geschwindigkeit proportionirt seyn müssen. Und hieraus entspringt alsdann eine ganz neue Gewalt, die das Product ist, aus der, der Geschwindigkeit proportionirten Kraft, in die Intension, die nun auch wie die Geschwindigkeit ist, welches Product also dem Quadrate der Geschwindigkeit gleich ist. Es ist nämlich leicht zu begreifen, dass, da die Kraft, die der Körper mit unendlich kleiner Intension, und bei endlicher Geschwindigkeit hatte, wie eine Linie war, die diese Geschwindigkeit vorstellt, und die Intension wie ein Punct, nunmehr aber die Intension ebenfalls wie eine Linie ist, die hieraus entspringende Kraft wie eine Fläche sey, die aus dem Flusse der ersteren Linie erzeugt worden, und zwar wie das Quadrat, weil benannte Linien einander proportional sind.

Man merke, dass ich hier durchgehends von dem Unterschiede der Massen abstrahire, oder sie gleich denke.

Zweitens, dass ich den Raum bei den Bewegungen, davon ich rede, als leer ansehe.

§. 120.

Der Körper, der seine Bewegung frei und immerwährend zu erhalten die innerliche Bestrebung in sich hat, hat eine Kraft, die wie das Quadrat der Geschwindigkeit ist.

Es hat demnach derjenige Körper, der seine Bewegung in sich selbst hinlänglich gründet, so, dass aus seiner inneren Bestrebung hinlänglich verstanden werden kann, dass er die Bewegung, die er hat, frei, immerwährend und unvermindert ins Unendliche selbst in sich erhalten werde, eine Kraft, die das Quadrat seiner Geschwindigkeit zum Maasse hat, oder, wie wir sie hinfüro nennen wollen, eine lebendige Kraft. Im Gegentheil, wenn seine Kraft den Grund nicht in sich hat, sich selbst zu erhalten, sondern nur auf der Gegenwart der äusserlichen Ursache beruht, so ist sie wie die blosse Geschwindigkeit, das ist, es ist eine todte Kraft.

§. 121.

Der Körper erhebt aus seinem innern Antriebe den Eindruck von draussen unendlich höher und in ein ganz anderes Geschlecht

Nun wollen wir aber die Kraft eines Körpers erwägen, wie sie beschaffen ist, wenn sie durch die Wirkung einer äusserlichen Ursache in ihm zuerst entsteht. Sie ist alsdann unfehlbar auf die Gegenwart dieser äusserlichen Ursache gegründet, und würde in demselben Augenblicke in dem Körper nicht vorhanden seyn, wenn jene den Antrieb nicht erweckte. Also ist sie in demselben Augenblicke, darin sie auf der Gegenwart der äusserlichen Ursache be-

ruht, von der Art, dass sie augenblicklich verschwinden müsste, wenn jene nicht gegenwärtig wäre; denn, ob der Körper diese in ihm erweckte Kraft nach diesem Augenblicke hernach in sich selber gründen könne, und was alsdann hieraus fliessen würde, davon reden wir fürjetzt nicht. In demselben Augenblicke ist die Intension der Kraft also unendlich klein, und folglich die Kraft selbst, die sich nur auf den äusserlichen Antrieb gründet, wie die blosse Geschwindigkeit, d. i. todt. Wenn hernach aber eben derselbe Körper diese ihm ertheilte Geschwindigkeit also in seiner inneren Kraft gründet, dass aus seiner Bestrebung eine immerwährend freie Erhaltung der Bewegung herfolgt: so ist sie alsdann keine todte Kraft mehr, sondern eine lebendige, die das Quadrat zum Maasse hat, und gegen jene wie eine Fläche gegen eine Linie zu rechnen ist. Hieraus ist klar, dass ein Körper auf diese Weise, wenn er seine ihm eingedrückte Geschwindigkeit von selbst frei fortsetzt, diejenige Kraft, die er von der äusserlichen mechanischen Ursache empfangen hat, von selbst in sich unendlich vergrössere, und zu einem ganz anderen Geschlecht erhebe, dass folglich die Anmerkung, die wir §. 115. gegeben haben, hier erwiesen sey, und dass die lebendigen Kräfte gänzlich aus der Gerichtsbarkeit der Mathematik ausgeschlossen werden.

Der Körper kann keine lebendige Kraft von draussen erlangen.

Ferner ersieht man hieraus, dass die lebendige Kraft nicht könne durch eine äusserliche Ursache, sie sey auch so gross, wie sie wolle, in einem Körper hervorgebracht werden; denn, in so ferne eine Kraft von einer Ursache von draussen abhängt, so ist sie allemal nur wie die schlechte Geschwindigkeit, wie wir erwiesen haben, sondern sie muss aus der innern Quelle der Naturkraft des Körpers die zum Quadratmaasse gehörigen Bestimmungen überkommen.

§. 122.

Es sind unendlich viel Zwischengrade zwischen der todten und lebendigen Kraft.

Wir haben erwiesen, dass, wenn ein Körper die Ursache seiner Bewegung in sich selbst hinlänglich und vollständig gegründet hat, so, dass aus der Beschaffenheit seiner Kraft verstanden werden kann, dass sie sich in ihm unverändert und frei auf immer erhalten werde, er eine lebendige Kraft habe, wenn er aber seine Kraft in sich gar nicht gründet, sondern damit von draussen abhängt, nur eine todte Kraft habe, die unendlich kleiner ist als jene. Dieses giebt sogleich die Folge an die Hand, dass, wenn eben derselbe Körper seine Kraft zwar etwas, aber noch nicht vollständig in sich gegründet hat, seine Kraft der lebendigen etwas näher komme, und von der todten sich etwas unterscheide, und dass nothwendig zwischen diesen beiden äussersten Grenzen, der gänzlich todten und gänzlich lebendigen Kraft, noch unendlich viel Zwischengrade sind, die von jener zu dieser überführen.

Die lebendige Kraft entspringt nur in einer endlichen Zeit nach dem Anfange der Bewegung.

Ferner fliesst hieraus kraft des Gesetzes der Continuität, dass eben derselbe Körper, der im Anfangsaugenblicke eine todte Kraft hat, und hernach eine lebendige überkommt, die gegen die erstere wie eine Fläche gegen die erzeugende Linie ist, diese Kraft erst in einer endlichen Zeit erlange. Denn, wenn man setzen wollte, er überkomme diese letztere Kraft nicht in einer endlichen Zeit von dem Anfangsaugenblicke, sondern unmittelbar in dem unendlich kleinen Zeittheilchen nach demselben: so würde dieses so viel sagen, dass er in dem Anfangsaugenblicke selbst diese lebendige Kraft schon habe. Denn das Gesetz der Continuität, und selbst die Mathematik, beweist, dass

es einerlei sey, ob ich sage, der Körper befinde sich im Anfangsaugenblicke seiner Bewegung, oder in dem unendlich kleinen Zeittheilchen nach demselben. Nun ist aber die Kraft in dem Anfangspuncte der Bewegung selbst todt: also kann man, ohne einen Widerspruch zu begehen, nicht sagen, dass sie hernach lebendig sey, als wenn man zugleich festsetzt, dass diese lebendige Kraft in ihr allererst nach einer endlichen Zeit, nach der Wirkung der äusserlichen Ursache, in ihr angetroffen werde.

Erläuterung desselben.

Die Naturkraft des Körpers setzt nämlich den von draussen empfangenen Eindruck in sich selbst fort, und indem sie, durch eine fortgesetzte Bestrebung, die Intension, die vorher wie ein Punct war, in sich häuft, bis sie wie eine Linie wird, die der von draussen in sie erregten Kraft, die sich wie die Geschwindigkeit verhielt, proportional ist, so häuft sie hierdurch die von draussen erlangte Kraft selbst, welche vorher auch nur wie eine Linie war, dass sie jetzt wie eine Fläche ist, in der die eine Seite die äusserlich ertheilte Geschwindigkeit und Kraft vorstellt, die andere aber die aus dem Inneren des Körpers von selbst erwachsene Intension vorbildet, die jener proportional ist.

§. 123.

Was die *Vivification* ist.

Denjenigen Zustand, da die Kraft des Körpers zwar noch nicht lebendig ist, aber doch dazu fortschreitet, nenne ich die Lebendigwerdung oder *Vivification* derselben.

Wie die Intension während der Lebendigwerdung der Kraft beschaffen sey.

In der Zwischenzeit also, darin die Kraft sich zur lebendigen erhebt, welche zwischen den beiden Puncten, dem Anfangspuncte und demjenigen, da die Kraft schon völlig lebendig ist, begriffen wird, hat der Körper noch nicht seine Kraft und Geschwindigkeit in sich selbst hinlänglich gegründet. Hier wird es vielleicht meinem Leser einfallen zu fragen, wie denn der Körper in dieser Zwischenzeit im Stande sey, seine ihm ertheilte Geschwindigkeit frei und einförmig zu erhalten und fortzusetzen, da er doch alsdann seine Kraft und Bewegung in sich selbst hinlänglich gegründet hat, und folglich sie auch nicht selbst erhalten kann. Hierauf antworte ich: die Kraft ist in dieser Zwischenzeit zwar freilich nicht so beschaffen, dass sich aus ihr eine immerwährend freie und unverminderte Bewegung verstehen liesse, wenn sie nicht durch die innere Bestrebung noch weiter erhoben würde. Allein ob die Bestrebung der Kraft sich zu erhalten in dieser Art unvollständig ist, davon ist hier nicht die Rede. Es fragt sich nur: ob die Intension der Kraft, die noch nicht so weit erwachsen ist, dass sie die Bewegung unvermindert und unaufhörlich erhalten könne, doch wenigstens sie diejenige Zeit hindurch erhalten könne, die bis zur vollendeten *Vivification* nöthig ist. Dass dieses aber nicht allein möglich sey, sondern sich auch in der That so verhalte, erhellt hieraus, weil in dieser ganzen Zwischenzeit jeden Augenblick ein neues Element der Intension in dem Körper entspringt, welches die gegebene Geschwindigkeit ein unendlich kleines Zeittheilchen erhält, folglich alle die Elemente dieser Intension, die die ganze Zwischenzeit hindurch in dem Körper entspringen, in allen Augenblicken derselben, das ist in der ganzen Zeit, dieselbe Geschwindigkeit erhalten, wie dieses aus der Zusammenhaltung mit dem §. 18. klar einleuchtet.

Wenn die *Vivification* aufhören sollte, ehe sie vollständig geworden, was würde alsdann mit der Bewegung geschehen?

Wenn wir aber annehmen, dass in der Zwischenzeit der *Vivification*, ehe diese noch vollständig geworden, der Körper auf einmal ablasse, die Elemente der Intension ferner zu häufen, und die Kraft völlig lebendig zu machen, was wird alsdann wohl geschehen? Es ist offenbar, dass alsdann der Körper nur diejenigen Grade der Geschwindigkeit in sich gründen, und in freier Bewegung fortan beständig erhalten werde, welcher diejenige Intension, die er in dieser Zeit der *Vivification* schon gewonnen hat, proportional ist, die übrigen Grade Geschwindigkeit aber, die eine grössere Intension, als wirklich vorhanden ist, erfordern, um zu der völligen *Vivification* zu gelangen, plötzlich verschwinden und aufhören müssen. Denn die vorhandene Intension ist nur im Stande, einen Theil dieser Geschwindigkeit in sich zu gründen, und es entspringen auch nicht weiter in jedem Augenblicke neue Elemente der Intension, die alle Augenblicke die gegebene Geschwindigkeit erhalten, also muss der übrige Theil von selbst verschwinden.

Und wie wäre es alsdann mit der Kraft beschaffen?

Wenn also ein frei bewegter Körper einen Widerstand trifft, an dem er seine Kraft anwendet, bevor er zur völligen *Vivification* mit seiner ganzen Geschwindigkeit gelangt ist: so ist diejenige Kraft, die er ausübt, wie das Quadrat desjenigen Grades Geschwindigkeit, dem seine erlangte Intension proportional und gemäss ist, und welche also in der gegebenen Zeit hat lebendig werden können, oder auch dem Quadrate dieser seiner erlangten Intension; mit den übrigen Graden ist der Körper unthätig, oder wirkt doch nur nach dem Maasse der schlechten Geschwindigkeit, welches aber gegen die andere Kraft wie Nichts zu achten ist.

§. 124.

Neue Schätzung der Kraft.

Es hat demnach ein Körper, der seine Geschwindigkeit in freier Bewegung ins Unendliche unvermindert erhält, eine lebendige Kraft, d. i. eine solche, die das Quadrat der Geschwindigkeit zum Maasse hat.

Bedingungen derselben.

Allein dieses sind auch die Bedingungen, die diesem Gesetze anhängen.

1. Muss der Körper den Grund in sich enthalten, in einem nicht widerstehenden Raume seine Bewegung gleichförmig, frei und immerwährend zu erhalten.

2. Sieht man aus dem vorher Erwiesenen, dass er diese Kraft nicht von der äusserlichen Ursache her habe, die ihn in Bewegung gesetzt, sondern dass sie nach der äusserlichen Anreizung aus der inneren Naturkraft des Körpers selbst entspringe.

3. Dass diese Kraft in ihm in einer endlichen Zeit erzeugt werde.

§. 125.

Dieses Gesetz ist der Hauptgrund der neuen Kräfteschätzung, von welcher ich sagen würde, dass ich sie an die Stelle der Schätzungen des Cartesius und Leibnitz setze, und zum Fundament der wahren Dynamik mache, wenn die Geringschätzigkeit meiner Urtheile in Vergleichung mit so grossen Männern, mit denen ich zu thun habe, mir erlaubte, mit solcher Auctorität zu reden. Indessen bin ich nicht ungeneigt, mich zu überreden, dass dieses Gesetz vielleicht dasjenige Ziel bestimmen könne, dessen Verfehlung den Zwiespalt und die Uneinigkeit un-

ter den Philosophen aller Nationen erregt hat. Die lebendigen Kräfte werden in die Natur aufgenommen, nachdem sie aus der Mathematik verwiesen worden. Man wird keinen von beiden grossen Weltweisen, weder Leibnitz noch Cartesius, durchaus des Irrthums schuldig geben können. Auch sogar in der Natur wird Leibnitz's Gesetz nicht anders stattfinden, als nachdem es durch Cartesius's Schätzung gemässigt worden. Es heisst gewissermaassen, die Ehre der menschlichen Vernunft vertheidigen, wenn man sie in den verschiedenen Personen scharfsinniger Männer mit sich selbst vereinigt, und die Wahrheit, welche dieser ihre Gründlichkeit niemals gänzlich verfehlt, auch alsdann herausfindet, wenn sie sich gerade widersprechen.

§. 126.

Weil es freie Bewegungen giebt, so giebt es auch lebendige Kräfte.

Es kommt nur darauf an, dass es in der Welt freie Bewegungen gebe, die sich immerwährend und unvermindert erhalten würden, wenn kein äusserlicher Widerstand wäre, so ist die Sache ausgemacht, und es giebt gewiss in der Natur lebendige Kräfte. Die freie und immerwährende Bewegung der Planeten, wie auch die unzählbaren anderen Erfahrungen, welche es ausweisen, dass die freibewegten Körper nur nach Maassgebung des Widerstandes ihre Bewegung verlieren, und ohne dieselbe sie immer erhalten würden, leisten diese Gewährung, und behaupten das Daseyn der lebendigen Kräfte in der Natur.

Die Mathematik erlaubt keine freien Bewegungen.

Indessen ist hieraus auch klar, dass die Mathematik, nach der Schärfe zu urtheilen, an ihrem Körper keine freie Bewegung erlaube. Denn sie erlaubt Dasjenige nicht,

welches nothwendig ist, die Bewegung frei und immerwährend zu machen, nämlich, dass der Körper aus seinem Innern eine Bestrebung und Kraft in sich erzeuge, die weder von der äusserlichen Ursache entstanden ist, noch von ihr herkommen kann. Denn sie erkennt keine andere Kraft in einem Körper, als diejenige, die von demjenigen Körper hervorgebracht worden, der die Ursache seiner Bewegung ist.

§. 127.

Leichtere Methode, diese Betrachtungen zu nutzen.

Obgleich die bisherigen Betrachtungen und Beweise von der Art sind, dass sie, so viel als nur die Natur der Sache zulässt, den mathematischen Begriffen und ihrer Klarheit gleich kommen: so will ich doch Denen zu Gefallen, denen Alles verdächtig ist, was nur den Schein einer Metaphysik an sich hat, und die durchaus eine Erfahrung fordern, sie zum Grunde der Folgerungen zu legen, eine Methode anzeigen, nach welcher sie diese Betrachtungen mit ihrer besseren Befriedigung gebrauchen können. Ich werde nämlich gegen das Ende dieses Hauptstückes aus einer Erfahrung in mathematischer Schärfe darthun, dass in der Natur wirklich Kräfte, die das Quadrat der Geschwindigkeit haben, zu finden sind.

Hierauf können diese Herren aus dem Resultat aller Beweise des zweiten Hauptstückes sich überführen, dass eine dergleichen Kraft nicht könne eine Wirkung der äusserlichen mechanischen Ursache seyn, weil, wenn man die Kraft nur als eine Wirkung derjenigen Ursache zulässt, die die Bewegung zuwege gebracht hat, keine andere Schätzung statthaben könnte, als die nach der blossen Geschwindigkeit. Dieses wird sie hernach auf die Art und Weise leiten, wie diese Kraft aus der inneren Naturkraft des Körpers entspringen könne, und sie allmälig in diejenigen Be-

trachtungen hineinführen, die ich über das Wesen der lebendigen Kräfte angestellt habe.

§. 128.

Herr Bernoulli hat schon diese Begriffe gehabt; aber er hat sie nicht in den tüchtigen Gründen aufgesucht.

Ich habe gesagt, dass die freie und aus dem Innern des Körpers fortgesetzte Dauer der Kraft das wahrhafte Merkmal sey, woraus man einzig und allein abnehmen könne, dass dieselbe lebendig sey, und das Quadrat zum Maasse habe. Ich bin ungemein erfreut, diesen Gedanken auf das Genaueste in derjenigen Abhandlung des Herrn Johann Bernoulli anzutreffen, welche wir oben angeführt haben. Er hat seine Meinung als ein blosser Geometer, zwar nicht in der rechten Sprache der Metaphysik, aber dennoch vollkommen deutlich ausgedrückt: *vis viva*, spricht er, *est aliquid reale et substantiale, quod per se subsistit, et quantum in se est, non dependit ab alio*; - - - *vis mortua non est aliquid absolutum, et per se durans etc. etc.*

Diese Anführung gereicht meiner Betrachtung zu nicht geringem Vortheil. Der Mathematikkundige sieht sonst die Schlüsse, von denen er glaubt, dass sie aus spitzfindigen metaphysischen Unterscheidungen herfliessen, mit einem gewissen Misstrauen an, welches ihn nöthigt, seinen Beifall aufzuschieben, und ich müsste besorgen, dass er es auch in Ansehung der meinigen thun möchte; allein hier liegt die Sache so am Tage, dass sie sich dem strengsten Geometer in seiner mathematischen Erwägung von selbst darstellt.

Ich erstaune, dass, da Herr Bernoulli in dem Begriffe von der lebendigen Kraft diese Erleuchtung hatte, es ihm möglich gewesen ist, sich in der Art und Weise so sehr zu verirren, dadurch er diese Kraft beweisen wollte.

Er hätte leicht abnehmen können, dass er sie in den Fällen nicht finden würde, die in Ansehung dieses *realis et substantialis, quod per se subsistit, et est absolutum aliquid*, unbestimmt sind, oder in denen diejenigen Bestimmungen, welche hierauf führen sollen, nicht anzutreffen sind; denn dasselbe ist ja, wie er es selbst einsah, das Geschlechtsmerkmal der lebendigen Kraft, und Dasjenige, was in Ansehung dieses Charakters unbestimmt ist, kann auch nicht auf die lebendige Kraft führen. Indessen meinte er sie in dem Falle der, zwischen zwei ungleichen Körper sich ausstreckenden Feder anzutreffen, darin nicht allein nichts zu finden ist, was vielmehr auf die, durch obiges Unterscheidungszeichen bemerkte, lebendige Kraft, als auf die sogenannte todte führen sollte, sondern sogar alle Kraft, die in der Einrichtung seines Beweises vorkommt, Etwas ist, *quod non est aliquid absolutum, sed dependet ab alio.*

Wir werden hierdurch nochmals überführt, wie gefährlich es sey, sich dem blossen Ausgange des Beifalles in einem zusammengesetzten und scheinbaren Beweise zu überlassen, ohne den Leitfaden der Methode, die wir §. 88, 89, 90 angepriesen und mit grossem Nutzen gebraucht haben, d. i. wie unumgänglich nothwendig es sey, die der Sache, welche das Subject des Beweises ist, nothwendig anhängenden Begriffe zum Voraus zu erwägen, und hernach zu untersuchen, ob die Bedingungen des Beweises auch die gehörigen Bestimmungen in sich schliessen, die auf die Festsetzung dieser Begriffe abzielen.

§. 129.

Die lebendigen Kräfte sind von zufälliger Natur. Dieses haben auch die Leibnitzianer erkannt, und dennoch suchen sie sie in geometrisch nothwendigen Wahrheiten.

Wir haben erwiesen, dass das Daseyn der lebendigen Kräfte in der Natur sich auf die Voraussetzung allein

gründe, dass es darin freie Bewegungen giebt. Nun kann man aber aus den wesentlichen und geometrischen Eigenschaften eines Körpers kein Argument ausfindig machen, welches ein solches Vermögen zu erkennen geben sollte, als zu Leistung einer freien und unveränderten Bewegung erfordert wird, nach Demjenigen, was wir in Ansehung dessen in dem Vorhergehenden ausgemacht haben. Also folgt, dass die lebendigen Kräfte nicht als eine nothwendige Eigenschaft erkannt werden, sondern etwas Hypothetisches und Zufälliges sind. Herr von Leibnitz erkannte dieses selbst, wie er es insonderheit in der Theodicee bekennt, und Herr Nikolaus Bernoulli bestätigt es durch die Manier, die man, wie er meint, brauchen muss, die lebendigen Kräfte erweislich zu machen; nämlich, dass man die Grundäquation voraussetzen müsse, $dv = pdt$, in welcher dv das Element der lebendigen Kraft, p den Druck, der die Geschwindigkeit erzeugt, und dt das Element der Zeit, darin der Druck die unendlich kleine Geschwindigkeit hervorgebracht hat, anzeigt. Er sagt, dieses sey etwas Hypothetisches, welches man annehmen müsse. Die anderen Verfechter der lebendigen Kräfte, die sich einen Gewissensscrupel daraus machten, anders zu urtheilen, als Herr von Leibnitz, haben aus demselben Tone gesungen. Und dennoch haben sie die lebendigen Kräfte in den Fällen gesucht, die durchaus geometrisch nothwendig sind, und auch darin zu finden vermeint, welches gewiss äusserst zu verwundern ist.

Sonderbarer Fehltritt des Herrn Herrmann in dieser Materie.

Herr Herrmann versuchte es auf die gleiche Art, ohne dass er sich durch die Zufälligkeit der lebendigen Kräfte irre machen liesse. Allein die vorgefasste gute Meinung von Leibnitz's Gedanken, und der Vorsatz, durchaus zum Zwecke zu kommen, leitete ihn in einen Fehlschuss, der gewiss anmerkungswürdig ist. Mich dünkt, es sollte nicht leicht Jemand gefunden werden, dem es ein-

fallen sollte, also zu schliessen: die zwei Grössen *a* und *b* soll man zusammen nehmen, und in ihrer Verbindung betrachten, *ergo* muss man sie zusammen multipliciren, und dennoch geschah dieses recht nach dem Buchstaben, von Herrn Herrmann, der ein so grosser Meister im Schliessen war. „Weil der Körper, sagt er, der im Fallen ein neues Element der Kraft empfängt, doch schon eine Geschwindigkeit hat, so muss man diese doch auch mit in Betrachtung ziehen. Man wird also die Geschwindigkeit u, die er schon hat, seine Masse M, und das Element der Geschwindigkeit, oder welches einerlei ist, das Product aus der Schwere g in die Zeit, d. i. gdt zusammensetzen. *Ergo* ist dv, oder das Element der lebendigen Kraft, gleich $gMdt$, d. i. dem Product aus den hier bezeichneten Grössen."

§. 130.

Die Erfahrung bestätigt die successive Lebendigwerdung.

Unser Lehrgebäude führt mit sich, dass ein frei und gleichförmig bewegter Körper in dem Aufange seiner Bewegung noch nicht seine grösseste Kraft habe, sondern dass dieselbe grösser sey, wenn er sich eine Zeit lang schon bewegt hat. Mich dünkt, es sind Jedermann gewisse Erfahrungen bekannt, die dieses bestätigen. Ich habe selbst gefunden, dass bei vollkommen gleicher Ladung einer Flinte, und bei genauer Übereinstimmung der andern Umstände, ihre Kugel viel tiefer in ein Holz drang, wenn ich dieselbe einige Schritte vom Ziele abbrannte, als wenn ich sie nur einige Zoll davon in ein Holz schoss. Diejenigen, die bessere Gelegenheit haben, als ich, Versuche anzustellen, können hierüber genauere und besser abgemessene Proben machen. Indessen lehrt doch also die Erfahrung, dass die Intension eines Körpers, der sich gleichförmig und frei bewegt, in ihm wachse, und nur nach

einer gewissen Zeit ihre rechte Grösse habe, den Sätzen gemäss, die wir hiervon erwiesen haben.

§. 131.

Nunmehr, nachdem wir das Fundament einer neuen Kräfteschätzung gelegt haben, sollten wir uns bemühen, diejenigen Gesetze anzuzeigen, die mit derselben insonderheit verbunden sind, und die gleichsam das Gerüst zu einer neuen Dynamik ausmachen.

Ich bin in dem Besitze, einige Gesetze darzulegen, nach denen die *Vivification* oder Lebendigwerdung der Kraft geschieht, allein, da diese Abhandlung den ersten Plan dieser so neuen und unvermutheten Eigenschaften der Kräfte zu entwerfen bemüht ist, so muss ich mit Recht besorgen, dass meine Leser, die vornämlich begierig sind, von dem Hauptwesen gewiss gemacht zu werden, sich mit Verdruss in einer tiefen Untersuchung einer Nebensache verwickelt sehen möchten, zumal, da es Zeit genug ist, sich darin einzulassen, wenn das Hauptwerk erstlich genugsam gesichert, und durch Erfahrungen bewährt ist.

Diesem zu Folge werde ich nur die allgemeinsten und beobachtungswürdigsten Gesetze, die mit unserer Kräfteschätzung verknüpft sind, und ohne die ihre Natur nicht wohl kann begriffen werden, mit möglichster Deutlichkeit zu eröffnen bemüht seyn.

§. 132.

Es gilt nicht bei allen Geschwindigkeiten überhaupt die Lebendigwerdung der Kräfte.

Folgende Anmerkung legt ein ganz unbekanntes dynamisches Gesetz dar, und ist in der Kräfteschätzung von nicht gemeiner Erheblichkeit.

Wir haben gelernt, dass ein Körper, der im Ruhestand wirkt, nur einen todten Druck ausübe, der von dem

Geschlechte der lebendigen Kräfte ganz unterschieden ist, und auch nur die schlechte Geschwindigkeit zum Maass hat; womit auch sowohl der ganze Anhang der Cartesianer, als Leibnitz's Schüler übereinstimmen. Ein Körper aber, dessen Geschwindigkeit unendlich klein ist, bewegt sich eigentlich gar nicht, und hat also eine im Ruhestande bestehende Kraft; also hat sie das Maass der Geschwindigkeit schlechthin.

Wenn wir also die zum Geschlecht der lebendigen Kräfte gehörigen Bewegungen bestimmen wollen, so müssen wir sie nicht über alle Bewegungen ausdehnen, deren Geschwindigkeit so gross oder klein seyn kann, als man will, d. i. ohne dass ihre Geschwindigkeit dabei bestimmt ist. Denn alsdann würde bei allen ins Unendliche kleinern Graden Geschwindigkeit dasselbe Gesetz wahr seyn, und die Körper würden auch bei unendlich kleiner Geschwindigkeit eine lebendige Kraft haben können, welches kurz vorher falsch befunden worden.

Die Geschwindigkeit muss hierbei bestimmt seyn.

Demnach gilt das Gesetz der Quadratschätzung nicht über alle Bewegungen, ohne Betrachtung ihrer Geschwindigkeit, sondern diese kommt dabei mit in Anschlag. Daher wird bei einigen Graden Geschwindigkeit die mit denselben verbundene Kraft nicht lebendig werden können, und es wird eine gewisse Grösse der Geschwindigkeit seyn, mit welcher die Kraft allererst die *Vivification* erlangen kann, und unter welcher in allen kleinern Graden bis zur unendlich kleinen, dieses nicht angeht.

Folglich ist auch nicht ohne Unterschied mit allen Geschwindigkeiten eine freie Bewegung möglich.

Weil ferner die völlige Lebendigwerdung der Kraft die Ursache der freien und immerwährenden Erhaltung der Bewegung ist, so folgt, dass diese auch nicht bei allen

Geschwindigkeiten ohne Einschränkung möglich sey, sondern dass dieselbe hier gleichfalls bestimmt seyn muss, d. i. es müsse die Geschwindigkeit eine gewisse bestimmte Grösse haben, wenn der Körper mit derselben eine immerwährende, unveränderte und freie Bewegung leisten soll; unter diesem bestimmten Grade würde bei allen kleinern Graden dieses nicht möglich seyn, bis bei unendlich kleinem Grade Geschwindigkeit diese Eigenschaft ganz verschwindet, und die Dauer der Bewegung nur etwas Augenblickliches ist.

Also wird die Regel der freien und unverminderten Fortsetzung der Bewegung nicht überhaupt, sondern nur von einem gewissen Grade Geschwindigkeit an, gelten, unter demselben werden alle kleineren Grade der Bewegungen sich von selber aufzehren und verschwinden, bis bei unendlich kleinem Grade die Bewegung nur einen Augenblick dauert, und einer immerwährenden Ersetzung von draussen nöthig hat. Daher gilt Newton's Regel in seiner unbestimmten Bedeutung nicht von den Körpern der Natur: *corpus quodvis pergit in statu suo, vel quiescendi, vel movendi, uniformiter, in directum, nisi a causa externa statum mutare cogatur.*

§. 133.

Die Erfahrung bestätigt dieses.

Die Erfahrung bestätigt diese Anmerkung, denn wenn die unendlich kleine Geschwindigkeit lebendig werden könnte, so müsste sie, wegen der Proportion gegen die Lebendigwerdung der endlichen Kräfte, in unendlich kleiner Zeit lebendig werden, §. 122.; also würden zwei Körper, wenn sie nur allein den Druck der Schwere ausübten, zwar nur ihren Geschwindigkeiten proportionale Kräfte haben, aber, sobald sie nur von ganz unmerklich kleinen Höhen herabgelassen würden, so müsste ihre Kraft sogleich wie das Quadrat derselben seyn. Welches dem Gesetze

der Continuität und der Erfahrung entgegen ist; denn, wie wir schon erwähnt haben, so hat ein Körper, der ein Glas durch sein Gewicht nicht zerbricht, auch nicht die Kraft, es zu zerbrechen, wenn man es eine ungemein kleine Entfernung davon auf dasselbe fallen lässt, und 2 Körper, die einander gleich wiegen, werden sich auch das Gleichgewicht halten, wenn man sie gleich beide ein Wenig auf die Waagschalen fallen lässt, da doch, wo ferne jenes statt hätte, alsdann hier ein ungemeiner Ausschlag erfolgen müsste.

Anwendung auf die Bewegung in *medio resistente.*

Diese Regel muss also in Bestimmung der Regeln von dem Widerstande des Mittelraumes, darin Körper sich frei bewegen, hinfüro mit in Anschlag kommen. Denn, wenn die Geschwindigkeit schon sehr klein zu werden anfängt, so thut der Mittelraum nicht mehr so viel zur Verringerung der Bewegung als vorher, sondern dieselbe verliert sich zum Theil von selbst.

§. 134.

Ob die Lebendigwerdung und freie Bewegung in allen grössern Graden der Geschwindigkeit ins Unendliche möglich sey.

Wir sind in dem Mittelpuncte der artigsten Aufgaben, welche die abstracte Mechanik vorher niemals hat gewähren können.

Wir haben die Frage aufgeworfen, ob die Körper auch bei allen Geschwindigkeiten, sie mögen so klein seyn, wie sie wollen, zur völligen Lebendigwerdung der Kraft gelangen, und ihre Bewegungen unverändert frei fortsetzen können. Jetzt wollen wir untersuchen, ob sie auch dieselbe in allen höhern Graden der Geschwindigkeiten ins Unendliche zu leisten vermögend sind, das

ist, ob die Körper, die ihnen ertheilte Bewegung frei fortsetzen und unvermindert erhalten, folglich zur völligen Lebendigwerdung der Kraft gelangen können, die Geschwindigkeit, die ihnen ertheilt worden, mag so gross seyn, wie sie wolle.

Weil die Lebendigwerdung und die darauf sich gründende unvermindert freie Fortsetzung der Bewegung ein Erfolg der innern Naturkraft des Körpers ist, folglich allemal voraussetzt, dass diese vermögend sey, jene in sich hervorzubringen, und zu dem erforderlichen Grade der Intension von selbst zu gelangen: so kommt es, bei der Leistung aller ins Unendliche höhern Grade der lebendigen Kraft einzig und allein auf die Grösse und das Vermögen dieser Naturkraft an. Nun ist aber keine Grösse der Natur wirklich unendlich, wie dieses die Metaphysik auf eine unbetrügliche Art darthut: also muss die besagte Naturkraft eines jeden Körpers eine bestimmte endliche Quantität haben. Daher ist ihr Vermögen zu wirken auch in ein endliches Maass eingeschränkt, und es folgt, dass sie ihre Fähigkeit, lebendige Kräfte bei immer grössern Graden Geschwindigkeit aus sich hervorzubringen, nur bis auf ein gewisses endliches Ziel erstrecken werde, das ist, dass der Körper nicht ins Unendliche, bei allen Graden Geschwindigkeit, die Kraft mit derselben in sich lebendig machen, und folglich derselben unendliche und unverminderte Fortdauer in freier Bewegung leisten könne, sondern dass dieses Vermögen des Körpers allemal nur bis auf eine gewisse Grösse der Geschwindigkeit gelte, so dass in allen höhern Graden über dieselbe das Vermögen des Körpers weiter nicht zureicht, die derselben gemässe *Vivification* zu vollführen, und eine so grosse Kraft aus sich hervorzubringen.

§. 135.

Was in Ansehung der freien Bewegung hieraus erfolge.

Hieraus fliesst, dass, wenn dieser Grad bestimmt ist, der Körper, wenn ihn eine äusserliche Ursache mit grösserer Geschwindigkeit antreibt, zwar derselben nachgeben, und so lange, als der Antrieb von draussen dauert, diese Geschwindigkeit der Bewegung annehmen werde, allein, sobald jene ablässt, auch sofort denjenigen Grad von selbst verlieren müsse, der über das bestimmte Maass ist, und nur denjenigen übrig behalten und frei und unvermindert fortsetzen werde, welche der Körper nach dem Maasse seiner Naturkraft in sich lebendig zu machen vermögend ist.

Der Körper Fähigkeit in Ansehung dessen ist verschieden.

Ferner ergiebt sich hieraus, dass es möglich und auch wahrscheinlich sey, dass unter der grossen Mannigfaltigkeit der Körper der Natur dieser ihre Naturkraft in verschiedenen Körpern von verschiedener Grösse seyn werde, folglich, dass einer von denselben eine gewisse Geschwindigkeit frei fortzusetzen vermögend sey, wozu doch des andern Naturkraft nicht zulangt.

Summa.

Es sind also zwei Grenzen, darin die Grösse derjenigen Geschwindigkeit eingeschlossen ist, bei welcher die Lebendigwerdung der Kraft eines gewissen Körpers bestehen kann, die eine, unter welcher, die andere, über welcher die Lebendigwerdung und freie Bewegung nicht mehr kann erhalten werden.

§. 136.

Die lebendige Kraft kann zum Theil ohne Wirkung verschwinden.

Wir haben §. 121. gelernt, dass die Kraft eines Körpers, wenn sie lebendig geworden ist, viel grösser sey, als diejenige mechanische Ursache war, die ihm die ganze Bewegung gegeben hatte; und dass daher ein Körper mit 2 Graden Geschwindigkeit 4 Grade Kraft habe, obgleich die äusserliche Ursache seiner Bewegung, nach Anweisung der Jurin'schen Methode, §. 110., auf ihn nur mit 2 Graden Kraft gewirkt hat. Jetzt wollen wir erklären: wie ein Hinderniss, dessen Gewalt viel kleiner ist, als die Kraft, die der Körper hat, ihm dennoch seine ganze Bewegung nehmen könne, und dass folglich, so wie die lebendige Kraft im ersteren Falle zum Theil von selbst entsteht, also auch im zweiten sich von selbst in der Überwältigung eines Hindernisses, das viel geringer ist, als sie, verzehren könne.

Beweis.

Dieses zu beweisen, dürfen wir nur den Jurin'schen Fall §. 110. umkehren. Es bewege sich nämlich der Kahn *AB* von *C* gegen *B* mit der Geschwindigkeit wie 1. Ferner wollen wir setzen: die Kugel *E* bewege sich in derselben Richtung, nämlich *CB*, aber in freier Bewegung und mit lebendiger Kraft, mit einer Geschwindigkeit wie 2, folglich wird diese Kugel das Hinderniss *R*, das hier durch eine Feder vorgestellt wird, und deren Kraft wie 1 ist, nur mit einem einfachen Grade Geschwindigkeit treffen; denn was den andern Grad betrifft, so bewegt er sich nicht mit demselben in Ansehung dieses Hindernisses, weil dieses eben dieselbe Bewegung nach einerlei Richtung gleichfalls hat, folglich dem Körper nur ein Grad Bewegung in Relation gegen dasselbe übrig bleibt. Bei einfa-

chem Grade Geschwindigkeit aber ist die Kraft auch nur wie 1, folglich stösst die Kugel mit einer Kraft wie 1, auf das Hinderniss, welches ebenfalls eine einfache Kraft hat, und wird also durch dieselbe diesen seinen Grad Geschwindigkeit und Kraft verlieren. Es bleibt ihm alsdann aber nur ein Grad absolute Bewegung, und folglich auch nur ein Grad Kraft übrig, die mithin wiederum durch ein anderes Hinderniss, welches wie 1 ist, mag vernichtet werden; folglich kann ein Körper, in dem wir eine lebendige Kraft setzen, und der also mit 2 Graden Geschwindigkeit 4 Grade Kraft hat, von zwei Hindernissen zur Ruhe gebracht werden, die jede nur 1 Grad Kraft haben, mithin müssen auf diese Weise 2 Grade in ihm von selbst verschwinden, ohne durch äusserliche Ursachen aufgehoben und gebrochen zu werden.

§. 137.

Erklärung des Satzes nach unsern Begriffen der lebendigen Kraft.

Die Umstände, unter welchen ein Körper einen Theil seiner lebendigen Kraft ohne Wirkung verschwendet, sind also diese: dass zwei oder mehr Hindernisse ihm nach einander auf solche Weise Widerstand thun, dass jedwede nicht der ganzen Geschwindigkeit des bewegenden Körpers, sondern nur einem Theile derselben sich entgegen setzt, wie die Auflösung des vorigen Paragraphen es zu erkennen giebt.

Wie dieses mit unsern Begriffen von der lebendigen Kraft zusammenstimme, lässt sich auf folgende Weise ohne Schwierigkeit begreifen. Wenn die Geschwindigkeit eines Körpers in ihre Grade zertheilt wird, so ist die lebendige Kraft, die bei einem von diesen Graden von den andern abgesondert anzutreffen ist, und welche also der Körper auch anwendet, wenn er mit diesem Grade ganz allein ohne die übrigen wirkt, wie das Quadrat dieses Grades;

wenn er aber mit seiner ganzen Geschwindigkeit unzertheilt und zugleich wirkt, so ist die ganze Totalkraft, wie das Quadrat derselben, folglich derjenige Theil der Kraft, der dem benannten Grade der Geschwindigkeit zukommt, wie das *Rectangulum* aus diesem Grade, in die ganze Geschwindigkeit, welches eine viel grössere Quantität ausmacht, als die in dem vorigen Falle war. Denn, wenn wir z. B. die ganze Geschwindigkeit aus zwei Graden bestehend annehmen, welche dem Körper eine nach der andern ertheilt worden, so erhob sich die lebendige Kraft, da die Geschwindigkeit noch 1 war, nur zu einer Grösse wie 1; nachdem aber der zweite Grad hinzukam, so entsprang in demselben nicht allein wiederum ein Grad Kraft, der diesem zweiten Grade Geschwindigkeit allein proportionirt ist, sondern die Naturkraft erhob die Intension noch in derselben Proportion, darin die Geschwindigkeit wuchs, und machte, dass die lebendige Kraft bei der gesammten Geschwindigkeit vierfach wurde, da doch die Summe der Kräfte bei allen abgesonderten Graden nur zweifach gewesen seyn würde, folglich dass ein jeder Grad, in der verbundenen Wirkung mit den übrigen, 2 Grade Kraft ausüben konnte, da ein jeder für sich in abgesonderter Wirkung nur eine einfache hatte. Daher wenn ein Körper, der eine lebendige, folglich mit zweifacher Geschwindigkeit 4 Grade Kraft hat, seine ganze Geschwindigkeit nicht zugleich, sondern einen Grad nach dem andern, anwendet: so übt er nur eine zweifache Kraft aus, die übrigen 2 aber, die dem Körper bei der gesammten Geschwindigkeit beiwohnten, verschwinden von selbst, nachdem die Naturkraft aufhört, sie zu erhalten, eben so, wie sie bei ihrer Erzeugung gleichfalls aus dieser Naturkraft von selbst hervorgebracht worden.

§. 138.

Folgerungen.

Diese Anmerkung belohnt unsere Mühe mit wichtigen Folgerungen.

1. Wir werden die vollständige Wirkung der lebendigen Kraft nirgends antreffen, als wo das Hinderniss der ganzen Geschwindigkeit des mit lebendiger Kraft eindringenden Körpers zugleich Widerstand thut, und alle Grade derselben zusammen erduldet.

2. Wo im Gegentheil das Hinderniss sich nur einem Grade derselben allein widersetzt, folglich die ganze Geschwindigkeit nicht anders, als in zertheilten Graden, nach und nach erduldet, da geht ein grosser Theil der lebendigen Kraft von selbst verlustig, ohne dass er durch das Hinderniss vernichtet worden, und man würde sich betrügen, wenn man glaubte, das Hinderniss, das auf diese Weise die ganze Bewegung verzehrt, habe auch die ganze Kraft selbst gebrochen. Dieser Verlust ist jederzeit um desto beträchtlicher, je kleiner der Grad Geschwindigkeit, den das Hinderniss erduldet, gegen die ganze Geschwindigkeit des bewegenden Körpers ist. Z. B. es sey die Geschwindigkeit, in der der Körper seine lebendige Kraft hat, in 3 gleiche Grade zertheilt, deren jedwedem allein sich das Hinderniss auf einmal nur widersetzen kann, so ist, wenn gleich der Körper mit jedem dieser Grade besonders auch eine lebendige Kraft hat, die Kraft jeden Grades besonders wie 1, folglich die Gewalt des Hindernisses, die diese 3 nach einander überwindet, auch wie 3; die ganze lebendige Kraft aber dieses Körpers war wie das Quadrat von 3, d. i. wie 9: folglich sind auf diese Weise 6 Grade Kraft, d. i. $\frac{2}{3}$ vom Ganzen, ohne äusserlichen Widerstand von selbst verloren gegangen. Im Gegentheil, wenn wir ein anderes Hinderniss nehmen, das nicht das Dritttheil, sondern die Hälfte besagter ganzen Geschwindigkeit auf einmal erduldet, folglich die ganze Bewegung

nicht in 3, sondern in 2 getrennten Graden verzehrt, so ist der Verlust, den die lebendige Kraft hierbei ausser demjenigen erduldet, was dieses Hinderniss verzehrt, nur wie 2, d. i. $\frac{1}{4}$ vom Ganzen, folglich kleiner als im vorigen Falle. Auf gleiche Weise, wenn der Grad, dem das Hinderniss auf einmal widerstrebt, $\frac{1}{8}$ von der ganzen Geschwindigkeit ist, so verschwendet der Körper $\frac{1}{8}$ von der ganzen Kraft, davon die Ursache nicht in dem Hinderniss zu suchen ist, und so ins Unendliche.

3. Wenn der Grad Geschwindigkeit, dem das Hinderderniss sich in jedem Augenblick entgegensetzt, nur unendlich klein ist: so ist alsdann gar keine Spur einer lebendigen Kraft mehr in den überwältigten Hindernissen zu finden, sondern, weil alsdann jeder einzelne Grad nur in Proportion seiner schlechthin genommenen Geschwindigkeit wirkt, und die Summe aller Grade der ganzen Geschwindigkeit gleich ist, so ist die ganze Wirkung der Kraft des Körpers, ob sie gleich lebendig ist, doch nur der schlechten Geschwindigkeit proportionirt, und die ganze Grösse der lebendigen Kraft verschwindet von selbst völlig, ohne eine ihr gemässe Wirkung auszuüben, nämlich, da sie eigentlich wie eine Fläche ist, die aus dem Flusse derjenigen Linie, die die Geschwindigkeit vorstellt, erzeugt worden, so verschwinden alle Elemente dieser zweiten Abmessung nach und nach von selbst, und es thut sich in der Wirkung keine andere Spur einer Kraft hervor, als die nur der erzeugenden Linie, d. i. der Geschwindigkeit schlechthin proportionirt ist.

4. Also findet sich nirgends eine Spur einer lebendigen Kraft in den verübten Wirkungen, oder überwältigten Hindernissen, wenn gleich der Körper wirklich eine lebendige Kraft hat, als nur da, wo das Moment der Geschwindigkeit, womit das Hinderniss widerstrebt, von endlicher Grösse ist; aber auch alsdann doch nicht ohne diese wichtige Bedingung, nämlich, dass auch diese Grösse der Geschwindigkeit nicht so klein seyn mag, als sie wolle, denn wir wissen aus dem §. 132., dass eine gewisse Quantität

derselben erfordert werde, damit der Körper, der sich mit derselben bewegt, eine lebendige Kraft haben könne, und wenn das Moment der Widerstrebung des Hindernisses nach Maassgebung derselben zu klein ist, in derselben auch keine Wirkung der lebendigen Kraft könne verspürt werden.

Den höchsterheblichen Nutzen dieser Anmerkung werden wir insonderheit gegen das Ende dieses Hauptstückes vernehmen, woselbst sie dienen wird, die vornehmste Erfahrung, die die lebendigen Kräfte beweist, recht zu erleuchten und bewährt zu machen.

§. 139.

Die Phänomena der Körper, die die Schwere überwinden, beweisen keine lebendige Kraft, dennoch streiten sie nicht dawider.

Da das Moment der Schwerdrückung nur mit unendlich kleiner Geschwindigkeit geschieht: so erhellt vermittelst der dritten Nummer des vorigen Paragraphen gar deutlich, dass ein Körper, der seine Bewegung aufwendet, indem er die Hindernisse der Schwere überwindet, gegen dieselbe nur eine Wirkung ausüben werde, die seiner Geschwindigkeit schlechthin proportionirt ist, obgleich die Kraft selbst sich wie das Quadrat dieser Geschwindigkeit verhält, Demjenigen ganz gemäss, was auch die Erfahrung hiervon zu erkennen giebt, wie wir es im vorigen Hauptstücke ausführlich, und mehr als auf eine Weise gesehen haben.

Seht also hier sogar eine Erfahrung, die kein anderes als **Cartesius's** Gesetze zuzulassen scheint, und welches auch in der That eigentlich keine Merkmale von irgend einer anderen Schätzung als von dieser von sich zeigt, gleichwohl aber bei genauer Erwägung der Quadratschätzung, wenn sie in ihrer richtigen Bedeutung genommen wird, nicht widerstreitet, sondern ihr dennoch Platz lässt.

Also widerlegt die Wirkung, welche senkrecht in die Höhe steigende Körper verüben, indem sie die Hindernisse der Schwere überwinden, zwar Leibnitz's Schätzung ohne alle Widerrede, allein unsere lebendigen Kräfte beweist sie zwar eigentlich nicht, jedoch hebt sie dieselben auch nicht auf. Indessen wenn wir unsere Aufmerksamkeit nur genau hierauf richten, so werden wir auch sogar daselbst noch einige Strahlen von unserer Schätzung antreffen. Denn der Körper würde seine ihm beiwohnende Bewegung nicht frei fortsetzen und dieselbe so lange selbst erhalten können, bis die äusserliche Widerstrebung sie ihm nach und nach nimmt, wo er nicht diejenige innerliche Bestrebung oder Intension aus sich selbst hervorbrächte, die zugleich der Grund der freien Bewegung, und auch der lebendigen Kraft ist.

§. 140.

Hierauf gegründete Proben.

Aus dem bis daher Erwiesenen ersehen wir zugleich die Ursache des wohlbekannten Kunststückes, wie man fast unbezwingliche Gewalten durch gar geringe Hindernisse aufheben könne. Wenn nämlich die Gewalt, die man brechen soll, auf einer lebendigen Kraft beruht, so setzt man ihr nicht ein Hinderniss entgegen, die ihren Widerstand auf einmal thut, und plötzlich muss gebrochen werden, denn diese müsste oftmals unermesslich gross seyn, sondern vielmehr eine solche, welche die Kraft nur in ihren kleinern Graden der Geschwindigkeit nach und nach erduldet und aufzehrt; denn auf diese Weise wird man durch ganz unbeträchtliche Widersetzungen erstaunlich grosse Gewalten vereiteln; gleichwie man z. B. die Stösse der Mauerbrecher durch Wollsäcke zernichtet hat, welche Mauern würden zermalmt haben, wenn sie unmittelbar auf dieselben getroffen hätten.

§. 141.

Weiche Körper wirken nicht mit ihrer ganzen Kraft.

Ferner erhellt, dass die Körper, welche weich sind, und sich im Anlaufe leicht zusammendrücken, lange nicht alle ihre Kraft durch den Stoss anwenden werden, und dass sie vielmals gar geringe Wirkungen verüben, welche doch bei eben derselben Kraft und Masse, aber grösserer Härtigkeit, ungleich grösser seyn würden. Ich weiss wohl, dass noch andere Ursachen dazu kommen, die ausser derjenigen, von welcher wir reden, zu diesem Verluste das Ihre beitragen, oder vielmehr machen, dass einer zu seyn scheint, aber unsere angeführte ist unstreitig die vornehmste, und zwar eines wahrhaften Verlustes.

§. 142.

Aufgeworfene Frage, ob die Wirkung der Körper ohne Unterschied ihrer Masse ihrer lebendigen Kraft proportional seyn könne.

Nunmehr wollen wir untersuchen, wie denn die Wirkung eines Körpers, der eine lebendige Kraft hat, dessen Masse man aber unendlich klein denkt, seyn werde, denn dieses giebt hernach zu erkennen: ob bei gleichen Umständen, wenn die Kräfte zweier Körper beide lebendig sind, alle beide auch die, diesen lebendigen Kräften proportionalen, Wirkungen ausüben können, wenn man sie in gleiche Umstände setzt, die Masse des einen sey auch so klein, wie sie wolle; oder ob vielmehr eines jeden Körpers Masse eine gewisse Grösse haben müsse, so dass, wenn man sie kleiner macht, die Wirkung, die er verübt, seiner lebendigen Kraft nicht proportional seyn kann.

Das ist wohl untrüglich, dass, wenn ein Körper von endlicher Masse eine lebendige Kraft hat, ein jegliches seiner Theile, sie mögen so klein seyn, wie sie wollen,

auch eine lebendige Kraft haben müsse, und diese auch haben würde, wenn es sich gleich von den andern abgesondert bewegte; allein hier ist die Frage, ob ein solches kleines, oder wie wir es hier annehmen wollen, unendlich kleines Theilchen, für sich allein auch eine, seiner lebendigen Kraft proportionale Wirkung in der Natur ausüben könne, wenn man es in die gleichen Umstände setzt, darin ein grösserer in dieser Proportion wirken würde. Wir werden finden, dass dieses nicht geschehen könne, und dass ein Körper, der eine lebendige Kraft hat, wenn seine Masse kleiner ist, als sie nach Maassgebung der Regel, die wir beweisen wollen, seyn muss, in der Natur keine solche Wirkung verübe, die dieser seiner lebendigen Kraft proportional ist, sondern dass er um desto weniger dieser Proportion beikomme, je kleiner hernach die Masse ist, bis, wenn die Masse unendlich klein ist, der Körper mit derselben nur in Proportion seiner Geschwindigkeit schlechthin wirken kann, ob er gleich eine lebendige Kraft hat, und ein anderer Körper, mit eben derselben Geschwindigkeit und lebendigen Kraft, aber gehörig grosser Masse, in gleichen Umständen eine Wirkung ausüben würde, die dem Quadrate seiner Geschwindigkeit in die Masse multiplicirt gemäss wäre.

§. 143.

Beantwortung.

Die Sache kommt einzig und allein darauf an, dass alle Hindernisse in der Natur, die von einer gewissen Kraft sollen gebrochen werden, derselben nicht alsofort im Berührungspuncte gleich einen endlichen Grad der Widerstrebung entgegen setzen, sondern vorher einen unendlich kleinen, und so fortan, bis nach dem unendlich kleinen Räumchen, welches die bewegende Kraft durchbrochen hat, der Widerstand, den sie antrifft, endlich wird. Dieses setze ich kraft der Ubereinstimmung der wahren Na-

turlehre voraus, ohne dass ich mich einlassen will, die mancherlei Gründe, die es bestätigen, hier anzuführen. Newton's Schüler nehmen daher Gelegenheit zu sagen: dass die Körper auf andere wirken, wenn sie sich gleich noch nicht berühren. Diesem zu Folge treffen wir einen besondern Unterschied zwischen der Wirkung, die ein Körperchen von unendlich kleiner Masse in solche Hindernisse der Natur ausübt, und zwischen derjenigen, die er verrichtet, wenn seine Masse die bestimmte endliche Grösse hat, wenn wir gleich den Unterschied nicht achten, der ohnedies allemal zwischen den Kräften zweier Körper ist, deren Massen verschieden sind, und der schon lange bekannt ist, sondern nur den in Betrachtung ziehen, der aus dem Begriffe unserer lebendigen Kräfte allein herfliesst.

Wir wissen nämlich schon, dass, wenn der Körper gleich eine lebendige Kraft hat, diese aber angewandt wird, das Hinderniss der Schwerdrückungen zu überwinden, seine Wirkung dennoch nur in Proportion der Geschwindigkeit schlechthin stehe, und alle Intension, die das Merkmal der lebendigen Kraft ist, ohne Wirkung verschwinde. Nun wirkt aber der Gegendruck der Schwere mit unendlich kleiner Sollicitation bis in das Innerste seiner Masse, d. i. unmittelbar auf die unendlich kleinen Theile des bewegenden Körpers, also ist dieses sein Zustand dem Zustande desjenigen Körperchens gleich, der zwar mit lebendiger Kraft, aber unendlich kleiner Masse gegen ein jegliches Hinderniss der Natur anläuft, denn dieser erduldet, wie wir angemerkt haben, auch hier allemal einen Widerstand, der, eben so wie bei der Schwere, mit unendlich kleiner Sollicitation ihm unmittelbar widerstrebt; folglich wird eine solche unendliche kleine Masse auch auf gleiche Weise seine lebendige Kraft in sich selbst verzehren, und bei jedem Hindernisse der Natur nur nach Proportion seiner Geschwindigkeit wirken.

Dass dieses aber nur dem unendlich kleinen Körper begegne, und dagegen einer von endlicher und bestimmter

Masse in dasselbe Hinderniss, eine seiner lebendigen Kraft gemässe Wirkung ausüben könne, erhellt klar daraus, weil wie wir annehmen, dass das Hinderniss seinen Widerstand nur von aussen thut, und nicht wie die Schwere in das Innerste wirkt; folglich der endliche Körper daselbst, wo die unendlich kleine Masse durch die fortgesetzte unendlich kleine Widerstrebung des Hindernisses ihre ganze Geschwindigkeit verlor, nur unendlich wenig, d. i. nichts verliert, sondern seine Kraft nur gegen die endlichen Grade der Widerstrebung aufwendet, wozu jene nicht durchdringen kann; folglich in die Umstände gelangt, in welchen, wie wie §. 38. No. 4. gesehen haben, derjenige Körper seyn muss, der seine lebendige Kraft zu einer ihr proportionalen Wirkung anwenden soll.

§. 144.

Die Masse muss bestimmt seyn, mit welcher ein Körper die seiner lebendigen Kraft proportionirte Wirkung ausüben kann, unter dieser Grösse können kleinere Massen dieses nicht thun.

Da nun also die Wirkung des Körpers, der sich mit endlicher Kraft, aber unendlich kleiner Masse bewegt, nirgend in der Natur dem Quadrat der Geschwindigkeit, sondern nur derselben schlechthin proportionirt ist: so folgt, vermöge der Art zu schliessen, die uns schon durch die oftmalige Ausübung bekannt seyn muss, dass man nicht allgemein und ohne Einschränkung sagen könne: dieser Körper hat eine lebendige Kraft, folglich wird seine Wirkung bei gehörigen* Umständen seiner lebendigen Kraft auch proportional seyn, die Masse mag sonst so klein seyn, wie sie wolle; sondern es wird eine gewisse Quantität der Masse dazu erfordert werden, dass man dieses sagen

* Nämlich in denjenigen, darin ein anderer von grösserer Masse mit derselben Geschwindigkeit seine lebendige Kraft ganz anwendet.

könne, und unter diesem bestimmten Masse wird keine Wirkung eines solchen Körpers in die Hindernisse der Natur seiner lebendigen Kraft proportionirt seyn können, sie mögen auch seyn, welche sie wollen; es wird aber die Wirkung um desto mehr von dem Verhältniss der lebendigen Kraft abgehen, je mehr die Quantität der Masse unter diesem bestimmten Maasse ist, in allen höhern Grössen aber über dieselbe, versteht es sich schon von selbst, dass diese Abweichung gar nicht angetroffen werde.

§. 145.

Folgerungen.

Es folgen hieraus nachstehende Anmerkungen:

1. Dass ein kleines Theilchen Materie in fester Vereinigung mit einer grossen Masse mit lebendiger Kraft eine ganz andere, und ausnehmend grössere Wirkung ausüben könne, als es allein und von derselben getrennt verrichten kann.

2. Dass dieser Unterschied dennoch nicht nochwendig sey, sondern auf dieser zufälligen Eigenschaft der Natur beruhe: dass alle ihre Hindernisse der Regel der Continuität gemäss schon von Weitem, und mit unendlich kleinen Graden anheben, ehe sie ihre endliche Widerstrebung dem anlaufenden Körper entgegensetzen, dass aber dessen ungeachtet die Natur schon keine andere Wirkung verstattet.

3. Dass es nicht ohne Unterschied wahr sey: dass die Wirkungen zweier Körper, deren Kräfte lebendig sind, und deren Geschwindigkeit gleich ist, sich bei gleichen Umständen wie ihre Masse verhalten; denn, wenn die eine von ihnen kleiner ist, als nach Maassgebung der angeführten Regel seyn soll, so geht ihre Wirkung noch dazu von dem Quadratmaasse der Geschwindigkeit ab, und ist also viel kleiner, als sie nach dem Verhältniss der Massen allein hätte seyn sollen.

4. Dass sogar die Veränderung der Figur der Körper ohne Änderung ihrer Masse verursachen könne, dass ihre Wirkung bei den angeregten Umständen die Proportion ihrer Geschwindigkeit habe, obgleich die Kraft das Verhältniss vom Quadrate derselben hat, und dass also ein Körper, der eine lebendige Kraft hat, eine viel kleinere Wirkung thun könne, blos deswegen, weil seine Figur geändert worden, ohne dass weder seine Masse, noch Geschwindigkeit, noch lebendige Kraft, oder die Beschaffenheit des Hindernisses, im Geringsten eine Veränderung erlitten. Z. B. So muss eine goldene Kugel mit lebendiger Kraft eine viel grössere Wirkung thun, als wenn eben dieselbe goldene Masse mit gleicher Geschwindigkeit und Kraft gegen dasselbe Hinderniss anliefe, aber so, dass sie vorher zu einem dünnen und weit ausgedehnten Goldblatt geschlagen worden. Denn obgleich hier in Ansehung der Kraft nichts verändert worden ist, so macht doch die Änderung der Figur, dass seine kleinsten Theile das Hinderniss hier eben so treffen, als wenn sie von einander abgesondert auf dasselbe gestossen hätten, folglich, laut dem kurz vorher Erwiesenen, lange nicht mit ihrer lebendigen Kraft und derselben proportional wirken, sondern eine Wirkung ausüben, die dem Maasse der schlechten Geschwindigkeit entweder nahe kommt, oder mit ihr übereintrifft; da im Gegentheil, wenn die Masse in der Figur einer soliden Kugel gegen das Hinderniss anläuft, es auf eine so kleine Fläche derselben trifft, dass die unendlich kleinen Momente der Widersetzungen, welche sie in so kleinem Raume antrifft, nicht im Stande sind, die Bewegung dieser Masse aufzuzehren, folglich die lebendige Kraft unversehrt bleibt, um einzig und allein gegen die endlichen Grade der Widerstrebung dieses Hindernisses angewandt zu werden; gleichwie es dagegen klar ist, dass sie mit ihrer ersten Figur eine überaus grosse Fläche des Hindernisses deckt, und folglich bei einerlei Masse einen unglaublich grössern Widerstand, von der unendlich kleinen Sollicitation, die in jedem Puncte des Hindernisses anzutreffen ist, erleidet, und

daher von dieser leichter muss können aufgezehrt werden, mit entweder gänzlichem, oder doch grossem Verluste der lebendigen Kraft, welches auf die erstere Art nicht geschieht.

§. 146.

Flüssigkeiten wirken in Proportion des Quadrates der Geschwindigkeit.

Allein die wichtigste Folgerung, die ich aus dem jetzt erwiesenen Gesetze ziehe, ist diejenige, welche ganz natürlicher Weise daraus herfliesst, nämlich, dass flüssige Körper durch den Stoss im Verhältniss des Quadrats ihrer Geschwindigkeit wirken*, ob sie gleich, wenn die Wirkung hier ihren lebendigen Kräften proportional seyn sollte, solches nicht nach dem Maasse des Quadrats, sondern des Würfels ihrer Geschwindigkeit thun müssten; und wie dieses unserer Theorie der lebendigen Kräfte nicht entgegen sey, ob es gleich die lebendigen Kräfte des Herrn von Leibnitz aufhebt, wie Herr Jurin schon sehr wohl angemerkt hat.

Wie dieses aus dem Vorigen folge.

Denn die Flüssigkeiten sind in die feinsten Theile, welche für unendlich klein gelten können, zertheilt, und machen zusammen keinen zusammenhängenden festen Körper aus, sondern wirken alle nach einander, ein jedes für sich, und von den übrigen abgesondert; folglich erdulden sie denjenigen Verlust der lebendigen Kraft, den die unendlich kleinen Körperchen, wie wir angemerkt haben, allemal erleiden, wenn sie gegen ein Hinderniss der Natur, sie sey welche sie wolle, anlaufen, und wirken also nur in Proportion ihrer Geschwindigkeit, ob ihre Kraft gleich wie das Quadrat derselben ist.

---

* Wie es Herr Mariotte durch Versuche dargethan hat.

Herr Richter hat sich viel vergebliche Mühe gegeben, diesen Streich des Herrn Jurin abzuwenden. Seine Sache war hülflos, da sie an die Regel gebunden war: dass die Kräfte in keiner andern Proportion stehen, als derjenigen, darin ihre Wirkungen sind.

Vom Widerstande des Mittelraumes.

Endlich begreift auch Jedermann hieraus leicht, woher die Körper mit freier Bewegung und lebendiger Kraft, in einem flüssigen Mittelraume, nur in Proportion des Quadrates ihrer Geschwindigkeit Widerstand leiden, ohne dass hierdurch unseren lebendigen Kräften Eintrag geschieht; obgleich es der Leibnitz'schen Schätzung widerspricht, nach welcher dieser Widerstand dem Würfel der Geschwindigkeit proportionirt seyn müsste.

§. 147.

Wird durch die Erfahrung bestätigt.

Es sind unzählbare Erfahrungen, die die Regel bestätigen, von der wir bis daher geredet haben. Ob dieselben gleich nicht so genau abgemessen sind, so sind sie dennoch untrüglich, und haben die Uebereinstimmung eines allgemeinen Beifalles.

Denn wo ferne wir unserer Regel nicht Platz einräumen, so müssen wir setzen, dass ein Körper, wenn er noch so klein und gering ist, eben so grosse Wirkung in gleichen Umständen durch den Anstoss thun würde, als eine grosse Masse, wenn man nur ihre Geschwindigkeiten den Quadratwurzeln ihrer Massen umgekehrt proportionirt machte, oder nach Cartesius's Regel, wenn sie sich wie diese Massen selbst umgekehrt verhielten. Allein die Erfahrung widerspricht diesem. Denn Jedermann ist darin einig, dass eine Flaumfeder oder ein Sonnenstäubchen durch eine freie Bewegung nicht die Wirkungen einer Ka-

nonenkugel ausrichten würden, wenn man ihnen gleich noch so viel Grade Geschwindigkeit, als man selbst verlangt, zngestehen wollte; und Niemand wird, wie ich glaube, vermuthen, dass eines von denselben die festen Klumpen der Materie zertrümmern, und Mauern durchbrechen könne, wenn sie mit noch so grosser Geschwindigkeit in freier Bewegung auf dieselben treffen sollten. Dieses Alles kann zwar durch keinen ordentlich angestellten Versuch geprüft und bestätigt werden, allein die unzählbaren Erfahrungen, die hiervon in ähnlichen Fällen, obzwar nicht in so grossem Maasse vorkommen, verursachen, dass Niemand an dem angeregten Erfolge zweifelt.

Nun ist doch aber nicht zu leugnen, dass besagte kleine Körpertheilchen unter der angeführten Einrichtung ihrer Geschwindigkeit nothwendig mit den grossen Körpern gleiche Kraft haben müssten, es sey nach Cartesius's, oder Leibnitz's, oder unserm Kräftemaasse: also bleibt kein anderes Mittel übrig, dieses zu erklären, als dass der kleine Körper eine viel kleinere Wirkung verüben müsse, als nach Maassgebung seiner Kraft geschehen sollte, und dass seine lebendige Kraft grösstentheils ohne Wirkung vereitelt wird, gerade so, wie wir es §. 43, 44, 45 von demselben bewiesen haben.

§. 148.

Die Bewegungen elastischer Körper heben Leibnitz's Schätznng, aber nicht die unsrige auf.

Zu denjenigen Erfahrungen, welche keine Spur von einer andern Schätzung, als nur der Cartesius'schen geben, und daher unserem Kräftemaasse zu widerstreiten scheinen, gehören endlich noch die Bewegungen elastischer Körper durch den Stoss, wovon wir im vorigen Hauptstücke ausführlich gehandelt haben, und welche alle in ganz untrüglichen Versuchen wahr befunden werden. Sie heben auch in der That die Quadratschätzung des Herrn

von Leibnitz gänzlich auf, vermöge der Voraussetzung, die damit unzertrennlich verbunden ist: nämlich dass die Wirkungen, in deren Hervorbringung die Kraft sich verzehrt, dieser allemal gleich sind. Unsere hat den wohlgegründeten Vorzug, diesem Gesetze nicht unterworfen zu seyn, und entgeht daher diesem Streiche.

Wir wissen schon aus dem Vorigen, dass die lebendige Kraft nicht so Etwas ist, welches von draussen durch eine äusserliche Ursache, z. B. durch einen Stoss, in einem Körper könne hervorgebracht werden; dieses kann uns schon unterweisen, dass wir die lebendigen Kräfte der gestossenen Körper nicht für die Wirkungen der stossenden ansehen, und diese durch jene abzumessen suchen werden. Die Realauflösung aber der ganzen Schwierigkeit, wo man ja eine noch hierin anzutreffen vermeint, besteht in Nachfolgendem.

§. 149.

Beweis.

Alle Mechanikverständige müssen wissen, dass ein elastischer Körper in den andern nicht mit seiner ganzen Geschwindigkeit auf einmal wirke, sondern durch eine fortgesetzte Häufung der unendlich kleinen Grade, die er in denselben nach einander hineinbringt. Ich habe nicht nöthig, mich in die besondern Ursachen hiervon einzulassen, genug für mich, dass ich hierin den einstimmigen Beifall auf meiner Seite habe, und dass Jedermann es erkennt, dass ohne diese Voraussetzung kein Bewegungsgesetz könne erklärt werden. Die wahre Ursache hiervon ist wohl diese: weil die Elasticität, nach der Natur einer Feder, sich nur demjenigen Grade Geschwindigkeit entgegensetzt, welche hinlänglich ist, sie zu spannen; folglich bei jedem unendlich kleinen Grade der Eindrückung, die sie leidet, nur immer einen unendlich kleinen Grad der Geschwindigkeit des anstossenden Körpers erduldet, und

also jeden Augenblick nicht der ganzen Geschwindigkeit, sondern nur dem unendlich kleinen Grade entgegengesetzt ist, und ihn in sich aufnimmt, bis die successive Häufung die ganze Geschwindigkeit auf den leidenden Körper auf diese Weise übertragen hat.

Hieraus folgt laut dem Vorhergehenden, dass, da der anstossende Körper hier nur nach einander mit einzelnen unendlich kleinen Graden seiner Geschwindigkeit wirkt, er auch nur in schlechter Proportion seiner Geschwindigkeit wirken werde, ohne Nachtheil seiner lebendigen Kraft, die er dessen ungeachtet in sich haben kann.

§. 150.

Das beliebte Gesetz des Herrn von Leibnitz von der unveränderten Erhaltung einerlei Grösse der Kraft in der Welt, ist noch ein Vorwurf, der allhier eine genaue Prüfung zu erfordern scheint. Es leuchtet sogleich in die Augen, dass, wenn in den bisherigen Betrachtungen etwas Gegründetes ist, es in derjenigen Bedeutung, darin es sonst aufgenommen worden, nicht stattfinden könne. Was aber unsere Schätzung in diesem Stücke einführen würde, und wie sie den Regeln der allgemeinen Harmonie und Ordnung, welche besagtes Leibnitz'sche Gesetz so preiswürdig gemacht haben, Gnüge leisten könne, das erlaubt mir die Beschaffenheit unseres Vorhabens, und die Ermüdung, welche ich in einer so rauhen und ungebahnten Materie mit Recht von der Aufmerksamkeit meines gelehrten Lesers besorge, und die ich vielleicht schon gar zu sehr beleidigt zu haben befürchten muss, nicht, gehörig zu entwerfen, obgleich ich im Begriff bin, einige Abrisse davon darzulegen.

§. 151.

Wir befinden uns jetzt in dem Lande der Erfahrungen; ehe wir aber darin Besitz nehmen können, müssen

wir erst gewiss seyn, dass diejenigen Ansprüche vertilgt worden, welche ein gegründeteres Recht hierauf zu haben vorschützen, und uns aus diesem Gebiete verdrängen wollen. Unsere Bemühung, die wir bis daher hierzu angewandt haben, würde unvollständig seyn, wenn wir denjenigen Versuch und mechanischen Beweis, der den hochberühmten Herrn von Musschenbroek zum Urheber hat, und folglich überredend und scharfsinnig ist, vorübergingen, ohne unsere übernommene Kräftenlehre dawider zu schützen. Er hat durch denselben die lebendigen Kräfte in Leibnitz'scher Bedeutung zu vertheidigen gedacht, und daher ist es unsere Pflicht, ihn zu prüfen.

Wir werden bei genauer Erwägung desselben belehrt werden, dass er nicht den verhofften Erfolg habe, sondern vielmehr Cartesius's Kräftemaass bestätige. Und dieses wird unsere oft erwähnte Anmerkung aufs Neue bestätigen, dass man keine Spur einer nach dem Quadrat zu schätzenden Kraft antreffe, so lange man ihren Ursprung nirgend anders, als in den äusserlichen Ursachen zu finden vermeint, und dass die wahrhafte lebendige Kraft nicht von draussen in dem Körper erzeugt werde, sondern der Erfolg der bei der äusserlichen Sollicitation in dem Körper aus der innern Naturkraft entstehenden Bestrebung ist; dass also alle Diejenigen, die nichts als das Maass der äusserlich wirkenden mechanischen Ursachen annehmen, um das Maass der Kraft in dem leidenden Körper daraus zu bestimmen, wo ferne sie nur richtig urtheilen, niemals etwas anders, als Cartesius's Schätzung antreffen werden.

§. 152.

Musschenbroek'scher mechanischer Beweis der lebendigen Kräfte.

Der Beweis des Herrn von Musschenbroek ist folgender.

Nehmt einen hohlen Cylinder, an welchem eine Feder fest gemacht ist. Aus dem Cylinder muss ein Stab hervorragen, der mit Löchern versehen ist, und der durch die Öffnung eines steifen Bleches durchgesteckt wird. Wenn ihr nun die stählerne Feder an dieses Blech mit Gewalt andrückt und spannt, so, dass der Stab durch die Öffnung desselben weiter herausragt, so könnt ihr sie in dieser Spannung erhalten, indem ihr auf der hervorragenden Seite desselben einen Stift durch ein Loch des Stabes durchsteckt. Endlich hängt den Cylinder als ein Pendel an zwei Fäden an irgend einer Maschine auf, sodann zieht den Stift heraus, so wird die Feder losschnellen, und dem Cylinder eine gewisse Geschwindigkeit geben, die durch die erlangte Höhe erkannt wird. Benennt diese Geschwindigkeit mit 10. Hierauf macht denselben Cylinder zwei Mal schwerer, als er vorher war, indem ihr in denselben so viel Gewichte hineinlegt, als hierzu nöthig sind, und spannt die Feder wie zuvor. Wenn ihr sie nun alsdann wiederum losschnellen lasst, so werdet ihr durch die Höhe, die er erreicht, finden, dass die Geschwindigkeit 7,07 Grade habe. Hieraus argumentirte Herr von Musschenbroek, wie folgt.

Die Feder war beide Mal gleich gespannt, und hat daher in beiden Fällen gleiche Kraft gehabt, und da sie jedes Mal ihre ganze Kraft anwendet, so hat sie auch beide Male gleiche Kräfte in den Cylinder hineingebracht; also muss die Kraft, die ein Körper von einfacher Masse mit 10 Graden Geschwindigkeit besitzt, derjenigen gleich seyn, die in einem andern, der eine zweifache Masse und 7,07 Grade Geschwindigkeit hat, anzutreffen ist. Dieses ist aber auf keine andere Art möglich, als wenn man die Kraft nach dem Product aus der Masse in das Quadrat der Geschwindigkeit schätzt; denn alle anderen möglichen Functionen der Geschwindigkeit lassen diese Gleichheit nicht zu, aber nach der Quadratschätzung allein sind die Quadrate der Zahlen 10 und 7,07, *quam proxime* in umge-

kehrtem Verhältnisse der Massen 1 und 2, folglich die Producte derselben in die gegenseitigen Massen gleich.

Es sind also, schliesst er, die Kräfte nicht nach dem Maasse der Geschwindigkeiten, sondern dem Quadrate derselben zu schätzen.

§. 153.

Ich bin verbunden, die Erinnerung, die ich gegen dieses Argument darlegen will, nicht gar zu weitläufig zu machen; daher will ich von der gegründeten Einwendung, die ich hierbei noch machen könnte, nichts erwähnen, dass die Momente des Druckes der sich ausspannenden Feder, auch nach dem Geständnisse der Leibnitzianer, nur todte Kräfte sind, folglich, sowohl sie, als die damit dem Körper ertheilten Momente der Kraft, nur schlechthin nach den Geschwindigkeiten müssen geschätzt werden, mithin auch die ganze Kraft, die die Summe dieser Momente ist; sondern ich will auf eine, Jedermann bekannte mechanische Art, die die Deutlichkeit der Geometrie an sich hat, verfahren, aber zugleich etwas ausführlich erläutern, nicht als wenn die Sache nicht leicht genug wäre, dass sie auch kürzer könnte begriffen werden, sondern damit alle Verwirrung, die in Ansehung der Wirkung der Federn bis daher in dem Streite der Kräfteschätzung geherrscht hat, ein für allemal gänzlich abgethan werde.

§. 154.

Eine gleich gespannte Feder theilt einem grösseren Körper eine grössere Kraft mit, als einem kleineren.

Herr von Musschenbroek spricht: die Feder ist in beiden Fällen gleich gespannt, folglich hat sie in beiden gleiche Kraft, sie theilt aber jedesmal ihrem Cylinder ihre ganze Kraft mit, also giebt sie auch beide Male, wenn sie sich ausstreckt, ihrem Cylinder eine gleiche Kraft. Die-

ses ist das Fundament des Beweises, aber auch des Irrthums, wiewohl dieser nicht sowohl persönlich dem Herrn von Musschenbroek, als vielmehr den gesammten Vertheidigern der Leibnitz'schen Kräfteschätzung eigen ist.

Wenn man von der ganzen Kraft einer Feder redet, so kann man darunter nichts anders, als die Intension ihrer Spannung verstehen, welche derjenigen Kraft gleich ist, die der Körper, auf den sie wirkt, in einem Moment von dem Drucke derselben überkommt. In Ansehung dieser kann man wohl sagen, dass sie gleich sey, der Körper, auf den die Feder wirkt, mag gross oder klein seyn. Allein, wenn man auf diejenige Kraft sieht, welche dieselbe in einen Körper in einer gewissen Zeit durch ihre fortgesetzte Drückung hineinbringt, so ist offenbar, dass die Grösse der auf diese Weise in den Körper gebrachten Kraft auf die Grösse der Zeit ankomme, in welcher die gleiche Drückung sich in dem Körper gehäuft hat; und dass je grösser diese Zeit ist, desto grösser auch die Kraft sey, die die gleich gespannte Feder in derselben dem Körper ertheilt. Nun kann man aber die Zeit, die die Feder, indem sie einen Körper fortstösst, braucht, bis sie sich ganz ausgestreckt hat, länger machen, nachdem man will, wenn man nämlich die Masse, die da fortgestossen werden soll, grösser macht, wie dieses Niemandem unbewusst ist; also kann man auch nach Belieben veranstalten, dass eben dieselbe Feder bei gleicher Spannung bald mehr bald weniger Kraft durch ihre Ausstreckung austheilt, nachdem die Masse, die durch die Feder getrieben wird, vermehrt oder vermindert wird. Hieraus erhellt, wie widernatürlich der Ausdruck ist: dass die Feder einem Körper, den sie fortstösst, durch die Ausreckung ihre ganze Kraft ertheile. Denn die Kraft, die sie dem Körper giebt, ist ein Erfolg, der nicht allein von der Kraft der Feder, sondern zugleich von der Beschaffenheit des gestossenen Körpers abhängt, nachdem dieser sich länger oder kürzer unter den Drückungen dieser Feder befindet, d. i. nachdem er grösser oder

kleiner an Masse ist, die Kraft der Feder an sich betrachtet aber ist nichts anders, als das Moment ihrer Ausspannung.

§. 155.

Auflösung der Musschenbroek'schen Schwierigkeit.

Nunmehr ist es leicht, die Verwirrung in dem Musschenbroek'schen Beweise zu verhüten.

Der zwei Mal schwere Cylinder ist den Drückungen der Feder länger ausgesetzt, indem diese sich ausstreckt, als der andere von einfacher Masse. Diesen stösst die Feder mit gleicher Spannungskraft geschwinder fort, und endigt den Raum ihrer Ausstreckung mit ihm in kürzerer Zeit, als mit jenem. Weil aber das Moment der Kraft, welche die Feder in jedwedem Augenblicke den Cylindern eindrückt, in beiden gleich ist (denn das Moment ihrer Geschwindigkeit ist umgekehrt wie die Massen), so muss der schwerere Cylinder durch den Antrieb der Feder mehr Kraft überkommen, als der leichtere. Also ist diejenige Schätzung falsch, nach welcher diese Kräfte in beiden würden gleich befunden werden, d. i. sie können nicht nach dem Quadrat der Geschwindigkeit geschätzt werden.

§. 156.

Woher die Quadrate der Geschwindigkeiten der Cylinder in verkehrtem Verhältnisse der Massen sind.

Wenn man noch die Ursache wissen will, woher denn hier eben die Geschwindigkeiten der Cylinder, die sie von derselben Feder erhalten, just so proportionirt sind, dass ihre Quadrate sich umgekehrt wie die Massen verhalten (welches Verhältniss eigentlich dasjenige ist, wodurch der Vertheidiger des Herrn von Leibnitz angelockt worden), so können wir auch dieses ohne Schwierig-

keit klar machen, ohne deshalb eine andere als Cartesius's Maass zu Hülfe zu nehmen.

Denn es ist aus den ersten Gründen der Mechanik bekannt, dass in einförmig beschleunigter Bewegung (*motu uniformiter accelerato*) die Quadrate der erlangten Geschwindigkeiten sich wie die durchgelaufenen Räume verhalten; folglich, wenn die Momente der Geschwindigkeiten zweier Körper, die beide in *motu uniformiter accelerato* begriffen sind, ungleich sind, werden die Quadrate der Geschwindigkeiten, die sie in solcher Bewegung erlangen, in zusammengesetztem Verhältnisse, aus den Räumen und diesen Momenten, stehen. Nun theilt aber im Musschenbroek'schen Versuche die gleich gespannte Feder jedwedem Cylinder seine Bewegung *motu uniformiter accelerato* mit, und die Räume sind gleich, die sie mit solcher beschleunigten Bewegung durchlaufen, indem die Feder sich bis zum Puncte ihrer grössten Ausdehnung ausstreckt, also verhalten sich die Quadrate der hierbei überkommenen Geschwindigkeiten wie die Momente der Geschwindigkeit, die die Drückung der Feder jedwedem Cylinder ertheilt, d. i. umgekehrt, wie die Massen dieser Cylinder.

§. 157.

Versuche, die die lebendigen Kräfte beweisen.

Nunmehr komme ich dahin, diejenigen Versuche und Erfahrungen darzulegen, welche die Wirklichkeit und das Daseyn der nach dem Quadrat der Geschwindigkeit zu schätzenden Kräfte in der Natur unwidersprechlich beweisen, und meinen geneigten Leser für alle mühsame Aufmerksamkeit, die ihm gegenwärtige schlechte Aufsätze verursacht haben, mit einer siegreichen Überzeugung belohnen werden.

Ich habe nur mit Denjenigen zu thun, welchen die Beschaffenheit der Streitsache von den lebendigen Kräften

genugsam bekannt ist. Daher setze ich voraus, dass meine Leser von den berüchtigten Versuchen der Herren Ricciolus, s'Gravesande, Poleni und von Musschenbroek hinlängliche Kundschaft haben, welche den Kräften der Körper nachforschten, indem sie die Eindrücke maassen, die dieselben durch den Stoss in weichen Materien verursachten. Ich will nur kürzlich berühren, dass Kugeln von gleicher Grösse und Masse, die von ungleicher Höhe in die weiche Materie, z. B. Unschlitt, frei herabfielen, solche Höhlen in dieselbe eingeschlagen haben, welche die Proportion der Höhen hatten, von denen sie herabgefallen waren, d. i. das Verhältniss des Quadrates ihrer Geschwindigkeiten; und dass, wenn dieselben gleich an Grösse, aber von ungleicher Masse waren, die Höhen aber, von denen man sie fallen liess, in umgekehrter Proportion dieser Massen standen, alsdann die in die weiche Materie eingeschlagenen Höhlen gleich befunden wurden. Wider die Richtigkeit dieser Versuche haben die Cartesianer nichts einzuwenden gewusst, es ist nur die hieraus gezogene Folgerung gewesen, darum man gestritten hat.

Die Leibnitzianer haben hieraus folgendergestalt ganz richtig argumentirt. Das Hinderniss, das die weiche Materie der Kraft des hineindringenden Körpers entgegensetzt, ist nichts anders, als der Zusammenhang ihrer Theile, und daher besteht Dasjenige, was der Körper zu thun hat, indem er in dieselbe hineindringt, einzig und allein darin, dass er ihre Theile trennt. Es ist aber dieser Zusammenhang durch die ganze weiche Masse gleichförmig, also ist die Quantität des Widerstandes und daher auch der Kraft, die der Körper anwenden muss, dieselbe zu brechen, wie die Summe der zertrennten Theile, d. i. wie die Grösse der eingeschlagenen Höhlen. Diese aber verhalten sich, laut dem angeführten Versuche, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten der eindringenden Körper, folglich sind die Kräfte von diesen, wie die Quadrate ihrer Geschwindigkeiten.

§. 158.

Einwurf der Cartesianer.

Die Vertheidiger des **Cartesius** haben hierwider nichts Tüchtiges einwenden können. Allein, weil sie ehedem mit unbezweifelter Gewissheit eingesehen hatten, dass die lebendigen Kräfte durch die Mathematik verdammt würden, auf die sich gleichwohl die Leibnitzianer auch beriefen, so gedachten sie sich aus dieser Schwierigkeit so gut als sie konnten herauszuhelfen, indem sie nicht zweifelten, dass derjenige Versuch betrüglich seyn müsste, welcher Etwas festzusetzen schiene, was die Geometrie nicht erlaubte. Wir haben dagegen schon oben die nöthigen Erinnerungen beigebracht, jetzt wollen wir nur sehen, was es für eine Ausflucht gewesen sey, deren die Cartesianer sich bedient haben, den angeführten Versuch ungültig zu machen.

Sie wandten ein, die Leibnitzianer hätten hier wiederum auf die Zeit nicht Acht, in der diese Höhlen gemacht wären. Die Zeit sey bei der Überwindung der Hindernisse dieser weichen Materie eben so ein Knoten, als sie bei der Uberwindung der Schwere gewesen war. Die eingedrückten Höhlen würden nicht in gleicher Zeit gemacht. Kurz sie waren überzeugt, dass der Einwurf von wegen der Zeit bei der Überwältigung der Hindernisse der Schwere gültig gewesen (wie er es denn auch in der That gewesen ist), und nun, dachten sie, könnte man ihn hier wiederum auf die Bahn bringen, und mit eben solchem Erfolg gegen die lebendigen Kräfte gebrauchen.

§. 159.

Wird widerlegt.

Ich weiss wohl, dass die Leibnitzianer dieser Klage kurz abgeholfen haben, indem sie unter andern zwei Ke-

gel von unterschiedlicher Grundfläche in die weiche Materie fallen liessen, wobei die Zeiten, darin ihre Höhlen gemacht wurden, nothwendig mussten gleich seyn, und dennoch der Erfolg so wie vorher beschaffen war; allein ich will auch diesem Vortheile absagen, und die Schwierigkeit, die die Cartesianer machen, aus dem Grunde zernichten.

Bei der Wirkung der Schwere kommt die Zeit mit in Anschlag.

Man darf weiter nichts thun, als die Ursache erwägen, weswegen der Widerstand der Schwerdrückung, die ein Körper überwinden soll, nicht dem Raume, sondern der Zeit proportionirt ist. Der Grund ist aber dieser. Wenn der Körper eine Feder der Schwere überwindet, so vernichtet er nicht hierdurch ihre Wirksamkeit, sondern er leistet ihr nur das Gegengewicht, sie aber behält ihre Widerstrebung dennoch unvermindert, um auf ihn so lange immerfort mit gleichem Grade zu wirken, als er ihr ausgesetzt ist. Wenn der Körper eine jede Feder der Gravität dadurch, dass er sie überwältigt, zugleich, so zu sagen, zersprengen und ihre Kraft vernichten möchte, so ist kein Zweifel, dass, weil jede Feder gleiche Kraft hat, der Widerstand, den der Körper erleidet, der Summe aller zersprengten Federn gleich seyn würde, die Zeit möchte nun seyn, wie sie wollte. Aber nun behält jede Feder, ungeachtet sie vom Körper überwunden wird, ihre Drückungskraft, und setzt diese auf ihn so lange fort, als er sich unter derselben befindet, folglich kann für die Wirkung, die eine einzige Feder thut, nicht ein einzelner und untheilbarer Druck angegeben werden, sondern sie thut eine an einander hängende Reihe von Drückungen, welche um desto grösser ist, je längere Zeit der Körper ihr unterworfen ist, z. B. in denjenigen Theilen des Raumes, da die Bewegung des Körpers langsamer ist, da ist auch das Zeittheilchen des Aufenthalts in jedem Puncte länger, alsda, wo

die Bewegung geschwinder ist, folglich erduldet er dort von einer jeden einzelnen Feder eine längere Reihe gleicher Drückungen als hier.

Dieses befindet sich bei der weichen Materie ganz anders.

Allein dieses befindet sich bei der Trennung der weichen Masse ganz anders. Ein jedes Element der weichen Masse hat eine gleiche Kraft zusammenzuhängen, und hierdurch benimmt sie dem Körper, der sie trennt, einen gleichen Grad Kraft, aber eben dadurch wird sie auch zugleich zertrennt, und thut also fortan schon keinen Widerstand mehr, die Zeit, die er sich bei ihr aufhält, mag hernach so gross seyn, wie sie wolle. Denn hier wird die Feder durch eben die Wirkung, die ihrem Widerstande gleich ist, zugleich zerbrochen, und kann daher nicht noch fortfahren zu wirken, so wie die Feder der Schwere, die an sich unzerstörlich war. Daher ist der Widerstand, den die weiche Masse dem eindringenden Körper thut, wie die Summe der Federn, die er zerbricht, d. i. wie die Höhle, die er einschlägt, ohne dass hierbei die Zeit im Geringsten etwas zu thun hat.

§. 160.

Die Leibnitzianer haben Ursache, über diese wichtige Vergehung der Cartesianer mit nicht geringer Befriedignng zu triumphiren. Dieser Zufall rächt den Schimpf, den ihnen die Verweisung so mancherlei Fehltritte zugezogen hat, durch ein gleiches Schicksal an ihren Gegnern. Die Leibnitzianer haben die lebendigen Kräfte in solchen Fällen zu finden vermeint, darin sie nicht waren, aber was hindert dieses? haben die Cartesianer sie doch nicht in den Fällen sehen können, darin sie wirklich waren, und darin sie Niemand ohne grosse Verblendung hätte übersehen können.

§. 161.

Der angeführte Versuch also erweist das Daseyn solcher Kräfte in der Natur, die das Quadrat der Geschwindigkeit zum Maasse haben; allein unsere vorhergehenden Betrachtungen erklären, bei welchen Bedingungen dieselbe nicht statt haben, und auch welche Bedingungen die einzigen sind, unter denen sie Platz finden können. Wenn man sich dieses Alles nach unsrer Anweisung zu Nutze macht, so überkommt man nicht allein eine hinlängliche Gewissheit von den lebendigen Kräften, sondern auch einen Begriff von ihrer Natur, der nicht allein richtiger, sondern auch vollständiger ist, als er sonst jemals gewesen ist, oder auch hat seyn können. Die besondere Beschaffenheit dieses vorhabenden Versuches giebt noch einige ausserordentliche Merkmale an die Hand, die zu besondern Anmerkungen Anlass geben können; allein ich kann mich durchaus auf dieselben nicht einlassen, nachdem die Aufmerksamkeit des geneigten Lesers, durch so viele verwickelte Untersuchungen ermüdet, vielleicht nichts mehr als den Schluss dieser Betrachtungen wünscht.

Es ist aber noch ein Einziges, welches ich nicht unberührt lassen kann, weil es die vorhergehenden Gesetze bestätigt, und ihnen ein grosses Licht ertheilt. Der Versuch, den wir vorhaben, beweist solche Kräfte, die die Schätzung nach dem Quadrat der Geschwindigkeit an sich haben, daher müssen, nach Maassgebung der 4ten Nummer des §. 138, die Geschwindigkeiten der Widerstrebung jedes Elementes des Hindernisses in diesem Versuche mit endlichen Graden geschehen, denn wenn sie nur mit unendlich kleinen geschehen möchten, wie die Drückungen der Schwere, so würde die Überwindung derselben eben so wenig als an diesen eine nach dem Quadrat zu schätzende Kraft zu erkennen geben, §. 139. Wir wollen also beweisen, dass der *Renisus* eines jeglichen Elementes der weichen Masse nicht mit unendlich kleiner Geschwindigkeit, wie die Schwere, sondern mit einem endlichen Grade geschehe.

§. 162.

Das Moment des Hindernisses der weichen Materie geschieht mit endlicher Geschwindigkeit.

Wenn man die cylindrische Höhle, welche der kugelförmige Körper in die weiche Materie einschlägt, in ihre übereinanderliegenden Cirkelscheibchen, deren Dicke unendlich klein ist, eintheilt, so zeigt ein jegliches derselben das Element der verrückten Masse an. Ein jedes von diesen benimmt also dem eindringenden Körper einen unendlich kleinen Theil seiner Geschwindigkeit, weil sie alle insgesammt ihm die ganze Geschwindigkeit nehmen. Da aber die Quantität eines solchen Cirkelscheibchens gegen die Masse der Kugel unendlich klein ist, so folgt, dass die Geschwindigkeit seiner Widerstrebung von endlicher Grösse seyn müsse, damit er dem Körper einen unendlich kleinen Theil seiner Bewegung durch seinen Widerstand benehmen könne. Also leistet ein jegliches Element der weichen Materie dem hineinschlagenden Körper seinen Widerstand mit einer Bestrebung, die ein endliches Maass der Geschwindigkeit hat. W. Z. B.

§. 163.

So haben wir denn unser Geschäft vollführt, welches in Ansehung des Vorwurfs, worauf es gerichtet war, gross genug gewesen ist, wenn nur die Ausführung diesem Unterfangen gemäss gewesen wäre. Ich bilde mir ein, dass ich, insonderheit was das Hauptwerk betrifft, auf eine unwidersprechliche Gewissheit Anspruch machen könne. In Ansehung dieses Vorzuges, dessen ich mich anmasse, kann ich die gegenwärtige Handlung nicht endigen, ohne vorher mit meinen Gläubigern die Rechnung an Gelehrsamkeit und Erfindung zu schliessen. Nach den scharfsinnigen Bemühungen der Cartesianer war es nicht schwer, die Verwirrung der Quadratschätzung mit der Mathematik zu ver-

hüten, und nach den sinnreichen Anstalten der Leibnitzianer war es fast unmöglich, sie in der Natur zu vermissen. Die Kenntniss dieser zwei äussersten Grenzen musste ohne Schwierigkeit den Punct bestimmen, darin das Wahre von beiden Seiten zusammenfiel. Diesen anzutreffen, war nichts weniger als eine grosse Scharfsinnigkeit nöthig, es bedurfte nur einer kleinen Abwesenheit des Parteieifers, und ein kurzes Gleichgewicht der Gemüthsneigungen, so war die Beschwerde sofort abgethan. Wenn es mir gelungen ist, in der Sache des Herrn von Leibnitz einige Fehltritte wahrzunehmen, so bin ich dennoch auch hierin ein Schuldner dieses grossen Mannes, denn ich würde nichts vermocht haben ohne den Leitfaden des vortrefflichen Gesetzes der Continuität, welches wir diesem unsterblichen Erfinder zu danken haben, und welches das einzige Mittel war, den Ausgang aus diesem Labyrinthe zu finden. Kurz, wenn gleich die Sache aufs Beste zu meinem Vortheile ausfällt: so ist der Antheil der Ehre, der mir übrig bleibt, doch so gering, dass ich nicht befürchte, die Ehrsucht könne sich so weit erniedrigen, mir dieselbe zu missgönnen.

II.

MEDITATIONUM QUARUNDAM DE IGNE SUCCINCTA DELINEATIO

QUAM

SPECIMINIS CAUSA

AMPLISSIMAE FACULTATI PHILOSOPHICAE

UT EXAMINI BENEVOLE ADMITTATUR

HUMILLIME OFFERT

Immanuel Kant,

REG. BOR. SCIENTIARUM PHIL. CULTOR.

REGIOMONTI DIE XVII APRILIS

ANNO MDCCLV.

INSTITUTI RATIO.

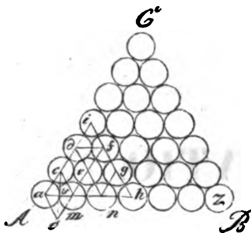
Non mihi sic animus est, rem, quae amplissimam prolixo volumini materiam largitur, paucis pagellis absolvere. Quas hic concisas benevolo Amplissimae Facultatis Philosophicae examini veluti per saturam offero, meditationes, non sunt nisi veluti primae lineae Theoriae, quae, si per otium licuerit, uberioris tractationis mihi segetem subministrabunt. Ubivis solerter cavi, ne hypotheticae et arbitrariae demonstranti rationi liberius, ut fit, indulgerem, experientiae atque geometriae filo, sine quo e naturae recessibus vix reperitur exitus, quantum potui diligentissime secutus. Quoniam itaque ignis vis in rarefaciendis corporibus et ipsorum nexu solvendo potissimum exseritur, ut via ac ratione incederem, non putavi alienum fore, pauca de materiae cohaesione et natura fluidorum antea disserere.

SECTIO I.

De corporum durorum et fluidorum natura.

PROP. I.

Fluiditas corporum non ex divisione materiae in partes tenuissimas glabras et lenissime cohaerentes explicari potest, sicuti Physicorum pars maxima ex Cartesii sententia arbitratur.



Representet triangulum *A B C* sectionem cumuli, particularum minutissimarum globosarum, conici: dico hunc cumulum superficiem suam allegatis sub conditionibus ad libellam non compositurum esse, quemadmodum in fluidis accidere necesse est. Etenim cum particulae *c*, *e*, *g*, *d*, *f*, *i*, infra positis *A*, *m*, *n*, *h* incumbentes, quaelibet inter harum amplexus quiescat, neque situ deturbentur, nisi quatenus inferiores dextrorsum et sinistrorsum loco pellunt: vis autem, *v a*, qua particula desuper gravitate premens dextrorsum pellit particulam, *a*, ex compositione virium sit tantum dimidia gravitatis, *c o*, et sic per totam coacervationem; patet cumulum in plano, si corpusculis extremis, *a* et *z*, tantummodo vis quaedam obsistat, non horizontalem, sed figuram conicam obtenturum esse; quemadmodum sabulum tenuissimum in horologiis arenariis, aut alia quaevis materia in pollinem tenuissimum contrita.

PROP. II.

Acervatio particularum quantumvis subtilissimarum et levissime cohaerentium tamen staticae legi non satisfacit, pressionem versus latera altitudini proportionalem exercendo, adeoque charactere fluiditatis principali caret, nisi semet mediante materia quadam elastica premant, cujus ope momentum ponderis sui quaquaversum aequabiliter possint communicare.

Cum enim ex antecedenti propositione patescat, coacervatas particulas immediate se prementes non exercere latera versus pressionem altitudini proportionalem, alia quaedam materia fluidi elementares partes intercedat necesse est, qua mediante ponderis momentum quaquaversum dispertire possunt aequabiliter. At cum talis materia, quae

alicubi pressa aliorsum semet eadem vi expandere nititur, elastica communiter audiat: necesse est ut moleculae fluidorum solidae non sibi immediate, sed materiae cuidam elasticae ipsis intermistae incumbant, cujus ope quicquid desuper premit, virium versus latera eadem quantitate agat.

Probandum mox erit hanc, corporis fluidi elementa intercedentem; materiam elasticam, non esse aliud nisi materiam caloris.

PROP. III.

Corpora dura haud secus quam fluida moleculis continentur, non immediato contactu sed materia elastica pariter mediante cohaerentibus.

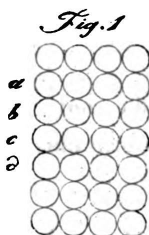
Corpora fluida, ut supra demonstratum est, mediante elastica quadam materia cohaerent. Ast cum, quae e fluidis induruerunt metalla, aliaque id genus corpora semper pro gradu caloris diminuto arctius atque arctius volumen occupent et secundum omnes dimensiones condensentur, adeoque elementis ipsorum non deficiat spatium semper sibi propius accedenti, hinc non immediato contactu compacta sint, patet etiam moles corporum durorum materiam quandam intra partes suas intermistam continere, qua mediante moleculae solidae quamquam a contactu mutuo remotae tamen se invicem attrahant, aut si mavis cohaereant, adeoque hac ratione cum fluidis convenire.

PROP. IV.

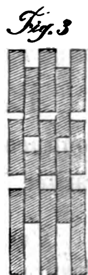
Ope materiae jam dictae, qua mediante corporis elementa quantumvis a contactu mutuo remota tamen invicem se attrahunt, explicare phaenomena corporum durorum.

Corpora dura, praesertim quae ex fluidis induruerunt, ut metalla, vitrum, cet. hoc habent peculiare et notatu

dignissimum, quod appenso pondere aliquantulum extendantur absque ruptione, adeoque, cui in proxima partium adunatione concedunt ponderi, id, ubi hae aliquantulum a se invicem dimotae sunt, ferre possint, et in maximo extensionis gradu maximo etiam ponderi ferendo apta sint. Hoc vero phaenomenon contendo non ex particulis solidis immediate cohaerentibus explicari posse. Etenim si filum metallicum constet particulis vel secundum schema 1

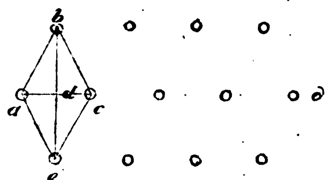




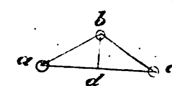


adunatis, vel ad interstitia vacua quantum fieri potest excludenda secundum fig. 2 dispositis, vel ut parallelepipeda ita superficieculis se contingentia fig. 3, ut pondere appenso *p* spatiola, *a*, *o*, *i*, *e*, cet. a contactu dimoveantur, et tamen ceteris superficiebus cohaereant, tamen statim apparet, si pondus appensum, filum tale metallicum vel tantillum in longitudinem extendat, in figura 1 partes illico, quippe semet amplius non contingentes, divulsas fore, et si postules partes ad latera positas *a*, *b*, *c*, *d*, extensione in longitudinem facta, introrsum concedere, et diruptionem impeditum iri, tamen crassitie hoc modo aliquantum imminuta, ponderi cui prius cesserunt tum multo minus obsistere posse, in fig. 3 vero quae totis superficiebus suis se tetigerunt particulae, cum semet tantum parte quadam tangunt, a pondere plane separatum iri extra dubitationem est. Ideoque in omni casu assignabili filum distendi se non patietur, nisi et simul rumpatur. Quod cum experientiae contrarietur, patet elementa corporum durorum non immediato contactu, sed mediante materia quadam in definita etiam distantia semet attrahere.

Ideoque ex hac mea hypothesi, phaenomenon hoc corporum durorum secundum observatas naturae leges et geometriae praecepta explicare periculum faciam. Etenim, si corpus ex fluido indurescens ponam situm talem elementorum acquirere, ut intercedente materia elastica a contactu mutuo aliquantulum semota tria semper triangulum aequilaterum faciant, sicuti figura



exhibet (situm vero talem semper affectabunt si attrahendo se in minimum spatium contrahunt), necesse est, ut si pondus appensum trahat systema hoc particularum secundum directionem, *a d*, distantia corpusculorum *a* et *c* major fiat, ut fig. 2 exhibet, distantia *a b* autem et *b c* aequales



priori maneant, quippe appropinquante elemento *b* puncto *d*, ita, ut cum duobus *a* et *c* angulum priori fig. 1 majorem includat. Manente autem hoc pacto illibata materiae elasticae intermistae densitate, (propter proprie non auctum corporis extensi volumen) attractiones, s. si mavis, cohaesiones particularum *a* et *c* hoc vinculo haud erunt imminutae. Verum attractio particulae *b*, quatenus jungit elementa *a* et *c*, facta extensione s. diductione particularum *a* et *c* fit proportionalis lineae ad fig. 2, cum antea propter minorem angulum *b* fig. 1 minor fuerit, adeoque vis, qua particulae extensione aliqua facta a diruptione retinentur, crescit et quidem in directa ratione lineae, *a d*, hoc est secundum quantitatem extensionis.

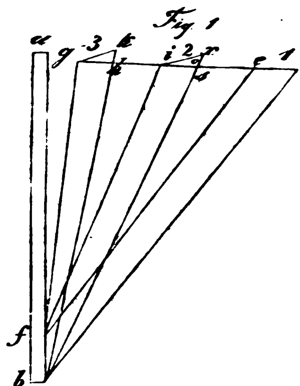
PROP. V.

Lex, secundum quam elastra comperta sunt comprimi in spatia viribus proportionalia, optime cum allegata nostra hypothesi conspirat.

Quae in corporibus duris compressiones vulgo vocantur, dilatationis verius s. extensionis nomine nuncupandae sunt; quippe materiae durae multo minus quam aqua in arctiora spatia vi comprimente adigi posse per se liquet. Sic ita elastrum *fe c b* muro ab *i n f b* firmiter insertum, prematur versus murum ita, ut sit situs ipsius *i x f b:* Primo contendo marginem elastri externum *b c* hac ratione aliquantulum extendi, et majorem in hoc statu desiderare vim opprimentem quo magis extenditur; deinde vires, quibus elastrum per spatium aliquod retinaculo *a b* admovetur, ex principiis nostris fore ut haec spatia, quamdiu pressiones sunt mediocres.

Si itaque elastrum vi quadam premente sit in situm 2 redactum, et per spatium *c s* muro propius admotum, sectio *ec* mutabitur in situm *i x*. Ducatur per crassitiem linea *is* sectioni *ec* parallela erit $if = so = cm$ et *x o* parte *x s* margine *c m* longior extensione factus; porro si opprimere pergas usque dum *n* situm 3 *g k f b* redactum sit elastrum, ducta *g h* itidem *ec* parallela quantitas extensionis *k h* erit quantitate *x s* major, hinc ex supra demonstratis patet, quomodo hoc pacto situs 3 majorem quam situs 2 vim opprimentem desideret.

Verum nunc quanam ratione vires spatiis compressionis comparate se habeant indagandum. Margo *x b* in situ 2 quantumlibet aliquantulum incurvatus tamen in casu compressionum mediocrium pro recto haberi potest, item



linea kb in situ 3; ponatur porro sectionem elastri horizontalem ec no. 1 continuatam per puncta i et g transire, quod, quoniam in mediocri compressionis gradu quam proxime accidit, hic absque errore sumi poterit. Est itaque in triangulo $i\,x\,s$ angulus x = angulo c, quippe eadem est sectio elastri, quae no. 1, angulus s aequatur verticali suo o, ideoque triangula $s\,c\,b$ et $i\,x\,s$ sunt similia. Pariter in triangulo $g\,k\,h$ no. 3 omnia cum triangulo $h\,c\,b$ eadem ratione se habent, ideoque argumentatio sequens prodet

$$ix : xs = bc : sc$$
$$kh : gk\ (= ix) = hc : bc$$

$xs : kh = sc : hc$ hoc est: quantitates xs et kh, quibus distenditur elastri margo extimus, bc, est in ratione spatiorum compressionis sc et hc.

Cum vero e Prop. IV. constet secundum hypothesin nostram, vires distendentes quantitati distensiones proportionales esse oportere, hoc in casu liquet, vires elastrum comprimentes spatio compressionis proportionales fore. Egregie asserta haec nostra, quae de la Hire in Monum. A. R. S. Paris. Anni 1705 circa compressionem elastrorum comperta prodidit, stabiliunt, si rem sollicite examinaveris per aliam qualemcunque hypothesin vix tam apte et congrue explicanda.

Corollarium generale.

Omne itaque corpus, si recte sentio, partibus continetur solidis, intercedente materia quadam elastica ceu vinculo unitis. Particulae elementares hac intermista, quamvis a contactu mutuo remota, tamen hujus ope semet attrahunt et arctius profecto colligantur, quam per con-

tactum immediatum fieri posset. Quippe contactus molecularum ut plurimum globosarum, cum vix puncto fiat infinities debilior foret ea, quae per universam praestatur superficiem, cohaesione. Hac vero ratione situs elementorum mutari salva cohaesione potest, et simul in promptu est, quomodo detracta ex interstitiis ex parte materia illa uniente propius sibi possint elementa accedere et volumen contrahere, contra ea aucta vel quantitate vel etiam elasticitate ipsius, corpus volumine augescere et particulae a se invicem recedere absque cohaesionis jactura possint: quae in Theoria ignis maximi momenti sunt.

SECTIO II.

De materia ignis ejusque modificationibus calore et frigore.

PROP. VI.

Experientia.

Ignis praesentiam suam testatur, primo corpora omnia tam fluida quam solida secundum omnes dimensiones rarefaciendo, dein, debilitata sensim cohaesione, corporum compagem solvendo, postremo partes in vapores dissipando. Frigus contra corporum volumen minuit, cohaesionem roborat, e ductilibus et flexilibus facit rigida, e fluidis consistentia. Calor excitatur praesertim in corporibus duris et renitentibus vel tritu vel concussione. In nullo corpore in immensum crescere potest. Ebullitionis gradum, corpus aestuando incalescens, nunquam supergreditur, quamquam deflagrando ignescens plerumque majori calore potiatur.

Cetera notatu dignissima caloris phaenomena hic allegare supersedeo, quippe passim in sequentibus occursura.

PROP. VII.

Materia ignis non est, nisi (sectione praec. descripta) materia elastica, quae corporum quorumlibet

elemento, quibus intermista est colligat, ejusque motus undulatorius s. vibratorius inde est quod caloris nomine venit.

Experientia commonstrat prop. VI. corpus quodvis vel tritum vel concussum incalescere atque secundum omnes dimensiones aequabiliter rarefieri. Hoc vero, cum praesentiam elastici cujusdam intra corporis molem contenti et sollicitationibus se expandere nitentis arguat, cum praeterea corpus quodvis ex demonstratis sect. 1 materiam elasticam interstitiis conclusam teneat, quae nexui particularum inservit, quaeque adeo in motum undulatorium agitari omniaque caloris phaenomena exhibere potest, patet eam a materia ignis non differre.

Idem probare ex phaenomenis ebullitionis.

Corpora per calorem liquefacta, ubi admoto majori atque majori igne ad ebullitionem perducta sunt, nullius caloris gradus amplius sunt capacia, et hoc in statu bullas emittunt grandes et elasticas, ita, ut ponderi atmosphaerae ferendo pares sint, et quidem indesinenter quamdiu ignis urget. Hae bullae cum nihil contineant aëris elastici, neque alia nisi ignis materia in corpus calore saturatum intret, quaestio occurrit, cur, cum ante ebullitionem calor pariter in aquam intraverit, neque tum praeter bullulas nonnullas aërias id elastici se manifestaverit, in momento praecise ebullitionis illud emittat. Verum cum facile sit perspectu, eandem materiam elasticam, quem ignem appellamus, quae antea pariter ac nunc intra fluidi incalescentis molem concepta est, tamdiu attractione particularum detentam et compressam haesisse, quamvis volumen aliquantulum dilataverit, quamdiu ejus quantitas undulationis vehementiae conjuncta nondum attractione molecularum major facta est, ast ubi adeo invaluit, ut hujus momentum jam vi sua elastica superet, materiam omnem igneam, quae denuo accedit, elasticitate libera sicuti intravit per medium fluidum trajicere, cum haec in quam materiae igneae intra

corpus quodvis calidum compressio pateat, non est, quod de nostrae propositionis veritate dubitemus.

PROP. VIII.

Materia caloris non est nisi ipse aether (s. lucis materia) valida attractionis (s. adhaesionis) corporum vi intra ipsorum interstitia compressus.

Primo enim corpora quaevis densiora lucem immensum quantum attrahunt, ut Newtonus e refractionis et reflexionis phaenomenis evincit, usque adeo, ut ex computatione viri incomparabilis prope contactum vis attractionis decies millies bimillionesimis vicibus sollicitationem gravitatis antecellat. Cum vero lucis materia sit elastica, non dubitandum est adeo immensa vi redigi etiam in spatio aliquanto minora, h. e. comprimi posse, cumque particulae corporum lucis materiam ubique obviam inveniant, quid est, quod ambigas, eam ipsam, quam in ipsis probavimus, materiam elasticam ab hoc aethere non differre.

Secundo animadvertitur, easdem materias, quae ad lucem refringendam insigni pollent efficacia, etiam ad calorem majorem igne admoto concipiendum capaciores esse, adeo, ut inde aperiant eandem attractionem, quae lucem sibi unire nititur, materiam quoque igneam sibi intime unitam detinere. Olea enim, quae Newtonis aliorumque experimentis multo majore quam pro specifica gravitate sua vi radios lucis refringunt, h. e. attrahunt, etiam longe majorem quam pro gravitate specifica sua ebullitionis gradum recipiunt, sicut oleum Thereb. cet. eadem vero olea sicut propria flammarum alimenta, et hoc in statu, cum lucem quaquaversum spargant, caloris et lucis materiam quantum fieri potest proxime convenire aut potius nihil differre testatum reddunt.

Idem ex transparentia vitrorum fit probabile.

Si hypothesin naturae legibus maxime congruam et nuper a clarissimo Eulero novo praesidio munitam adopta-

veris, lucem nempe non effluvium esse corporum lucidorum, sed pressionem aetheris ubique dispersi propagatam, et originem transparentiae vitri perpenderis, aetheris cum materia ignis connubium aut potius identitatem aperte confiteberis. Vitrum enim e cineribus clavellatis, h. e. alcalino sale fortissimo cum sabulo vi ignis fusis, conflatum est. Cum vero sal cinereus diu et vehementer ustulando materiam ignis sibi abunde unitam foveat, ubi sabulo commiscetur, per universam vitri massam hoc elasticum ignis principium dispertiet, cumque probabile haud sit corpus tale ex fluido solidescens, quomodocunque verteris apertos et rectilineos semper luci transmittendo meatus habere, sed magis rationi consonum sit, volumen ipsius materia propria adimpletum esse, patet quia nihilo secius lucis impulsus per massam vitri propagatur, intermistam esse ipsius partibus materiam ipsam lucis et molis ipsius partem esse. Quoniam vero materiam ignis vidimus vitri partem haud contemnendam efficere, et large per hujus solida elementa dispertitam esse, vix dubitationi locus sit materiam caloris cum aethere s. lucis elemento eamdem plane esse.

PROP. IX.

Gradum caloris metiri h. e. proportionem, quam diversi caloris gradus erga se obtinent, in numeris exprimere.

Amontons, celeberrimum Ac. R. Sc. Paris. membrum, ita quidem hujus problematis resolutionem primus detexit. Cum ignis vis in rarefaciendis corporibus proprie exseratur, per vim comprimentem hujus rarefactionis nisui oppositam ipsius quantitatem metiri congruum erit. Quia vero aër imminuto quantumvis calore deprehendatur vi prementi concedere et volumine minui, usque adeo, ut recte putandus sit omnem suam elasticitatem calori soli acceptam ferre, Vir clarus hac hypothesi fultus consilium iniit caloris gradus elastica aëris huic calori expositi vi metiendi, h. e.

pondere, cui hoc calore actus sub eodem volumine ferendo compos est.

N o t a.

Farenheitius, Boerhaavio referente, singulare liquorum igne ebullientium ingenium primus animadvertit, quod nempe hic caloris gradus pondere atmosphaerae graviore sit intensior et minore aëris pressione in puncto ebullitionis minorem habeat caloris gradum. Idem Monierus ex relatione Acad. Paris. cum Thermometro Reaumuriano primo Burdegalae, deinde in vertice montis Pic de Midi, ubi Barometrum 8 poll. depressius quam priori loco fuit, calorem ebullientis aquae et ejus, supra congelationis punctum, altitudinem, explorans reperit. Glaciei equidem eundem utrobique gradum deprehendit, ebullitionis vero calorem $\frac{15}{186}$ intervalli, quo ebullitio congelationem antecellit ab eo, quem Burdegalae Barometro, 28 pollices alto notavit, deficere, adeoque calorem ebullitionis hujus loci montanam parte sui $\frac{1}{12}$ antecellere; quem excessum excessus tertiae partis cerciter ponderis atmosphaerici produxit, ex quo liquet atmosphaerae totius pondus semotum, aquae ebullienti $\frac{1}{4}$ caloris illius, qui congelationis et ebullitionis gradus intercedit detrahere. Cum igitur aquae absque aëris pressione ebullienti minor, hujus pondere addito vero major conciliari caloris gradus possit, neque pondus atmosphaerae aliud quicquam agat, nisi quod undulatorio particularum ignearum motui contrapondium exhibeat, cum attractio ipsorum aquae elementorum ipso cohibendo non amplius sufficiat, inde conjici poterit, quanam elasticitatis vi aether, in puncto ebullitionis semet a nexu aquae expedire nitens, polleat, et qua particularum attractione (s. hac deficiente vi externa premente) illum compesci necesse sit. Quippe quoniam secundum laud. Amontonsium calores congelationis et ebullitionis vix parte hujus tertia differant, et quarta pars caloris congelationem atque ebullitionem intercedentis vim requirat ponderi totius atmo-

spaerae aequalem, sequitur 12 atmosphaerarum pondere ad aequilibrium calori totiin ebulliendo praestandum opus esse adeoque attractionem ipsam elementorum aquae 11 pressionibus aëriis aequipollere. Ex quo attractionem earundem in puncto congelationis, multo magis vero ingentem metallorum attractionem ad comprimendum aetherem elasticum perspicere liquet.

Secondatus eandem faciens observationem reperit rarefactionem aquae majorem in Monte allegato, minorem Burdegalae fuisse, in ratione $\frac{1}{24}$ totius voluminis ad $\frac{1}{35}$, adeoque si ineatur calculus, praecise in ratione reciproca ponderum atmosphaerae 20 : 28. In hoc ergo casu celebrato illa aquae contra omnem compressionem pertinacissima renitentia, ab Academia Cimentina experimento stabilita, locum non reperit.

PROP. X.

Naturam et causam exhalationum s. vaporum ex assertis theoriae nostrae explicatam reddere.

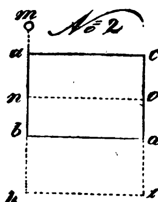
Vaporum natura.

Exhalationes, quae non sunt nisi particulae humidae de superficiebus fluidorum avulsae aërique innatantes, hoc habent peculiare sive et prope admirandum ingenium, ut, quantopere fluidi homogenei particulae contactui admotae avidae se veniunt, inque unam massam sponte colliquescunt, tantopere ubi semel ad tenuitatem vaporum resolutae sunt et caloris gradu debito urgentur, contactum et adunationem mutuam refugiunt, seque ut voce Newtoniana utar valide repellant. Ita ut vis immensa satis vis comprimendis invitisque adunationem conciliandae par nunquam reperta sit. Ita vapor aqueus igni aliquantum actus vel firmissima confringit vasa et omnes omnino vapores pro suo quisque ingenio admirandum saepe exserunt elasticitatem.

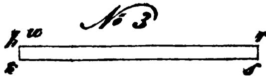
Causa.

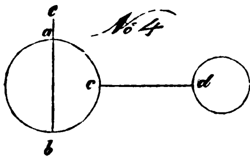
Hujus phaenomeni ratio, quantum mihi equidem constat, nondum Physicis satis perspecta est. Igitur eam indagare adgrediar.

Cuticula tenuissima, ab aquae superficie abrepta, in formam bullulae vix per microscopium percipiendae figurata, elementum vaporis aquei est. Quaenam autem subest causa, cur cellulae plures tales tenues, si calore aliquanta fortius urgentur, contactum tantopere refugiant? Statim expediam. Etenim, cum per asserta hujus theoriae aqua non secius ac omnia omnino corpora materiam elasticam aetheris intra molem suam compressam attractione detineant, et quidem ex demonstratis constet, hanc attractionem non contactu solo, sed certa quadam distantia definiri, adeo, ut moleculae in illo propinquitatis puncto sibi constrictae haereant, ubi vis attractiva vi repellenti ex undulatorio caloris motu profectae aequilibrantur, quamquam attractio vere ad majorem aliquanto distantiam pertingat: exprimatur haec distantia lineola *ef*, quae admodum parva concipi debet, et propinquitas particularum aquearum adunatarum particulae *eg* proportionalis esto. Sit porro parallelepipedum *abcd* portiunculae aquae, cujus crassities *ba* tantilla sit, ut aequet lineolam *ef*. Quoniam, per supposita theorematis, attractio elementorum aqueorum non ultra distantiam $ba = ef$ semet exserit, si particula in puncto *a* constituta est, omnium per totam crassitiem coordinatorum elementorum vim sentiet attractivam, adeoque, quantum per fluidi naturam fieri potest, tenacissime adhaerebit, neque firmius adhaesura esset, si corpusculo huic aqueo adhuc additamentum, *bhid*, superaddas; verum si spatiolo quodam minutissimo, *am*, removeatur, non toto corpusculo aqueo, sed parte tantum



anoc traheretur, adeoque minori vi adunationem appeteret. Transfiguretur parallelepipedum no. 2 in aliud multo tenuius *hkrs* no. 3, particula quaevis aquea puncto *h* admota longe debilius trahetur, cumque aether ipse hac cuticula conclusus aucta adeo superficie maximam partem se liberet, patet hoc in statu elementum *u* admotum per caloris reciprocationes longe majori distantia a puncto *h* abactum fore, quam priori conditione fieri oportuit, et quo tenuior cuticula fuerit, eo majori vi contactum refugiet. Quoniam porro cuticula tenuis *hkrs* in hac figura sibimet relicta statim abiret in figuram globosam, et aucta undique hoc pacto crassitie vi polleret eadem propinquitate ac antea aliis se uniendi, necesse est, ut si ipsi haec vaporis nota manere debet in bullulae formam circumvolvatur no. 4, et quidem adeo minutae diametri, *ab*, et parvulae crassitiei, ut distantia punctorum *a* et *b* ad extremitates diametri positorum, minor sit distantia *be*, qua haec puncta, vi repulsiva aetheris vim attractivam aequiparante, si ipsis liberum foret se dilatandi, juxta se quiescerent. In hoc ergo statu bullula expansionem affectabit, et erit elementum vaporis elastici, duarum autem bullularum homogenearum distantia *cd* erit semper diametro *ab* aequalis, ut ex demonstratis patet.





PROP. XI.

Naturam aëris et principii in ipso elastici causam indagare.

Aër est fluidum elasticum millies fere aqua levius, cujus vis expansiva calori est proportionalis, et cujus a frigore congelascentis aquae usque ad punctum ebullitionis sub eodem pondere atmosphaerae expansio est circiter $\frac{1}{3}$ voluminis posteriori gradu ipsi competentis. Haec phaeno-

mena nihil habent, quod non vaporibus etiam competere possit, praeter hoc solum, quod vapores ut plurimum eodem frigoris gradu, in quo aër elasticitatem illibatam servat, consolidentur et vis expansivae nullum indicium prae se ferant. Ast si consideraveris subtilitatem cuticulae vaporis in causa esse, ut vel minori caloris gradu elasticitatem notabilem exserere possit, patet non statim analogiae vim hic inconsiderate et temere deserendam esse, sed periculum potius faciendum, utrumne duo genera ex eodem principio deducentes, nimia entium multiplicatione supersedere possimus. Phaenomena vero, quae conjecturae facem praeferunt, sunt sequentia. Corpora omnia, quae ex appositione particularum minimarum mediante oleoso s. salino principio caluerunt, e. g. omnes plantae, tartarus vini, calculus animalis praeterea plurima salium genera, praesertim nitrum immensum quantum emittunt aëris elastici, si igne valido urgentur, sicut Hales in Statica plantarum miris nos experimentis condocuit. Hic aër haud exigua solidae, quicum conjunctus erat, materiae, esse repertus est; in cornu cervi $\frac{1}{7}$, in ligno quercino fere $\frac{1}{3}$, in tartaro vini Rhenani $\frac{1}{3}$, in nitro $\frac{1}{8}$, in tartaro animali h. e. calculo hominis plusquam $\frac{1}{2}$ totius massae constituit. Per se patet, aërem ex hisce corporibus vi ignis eductum; quamdiu pars massae fuit, aëris nondum naturam habuisse, h. e. non fluxisse fluidum elasticitate, densitati suae proportionali, pollens; quippe vel mediocris caloris vi in majus spatium incoërcibili conatu expansum, omnem corporis compagem solvisset. Adeoque ex interstitiis corporis expulsa materia, quae non fuit elastica vix libera facta elasticitatem prodit. Cum vero idem sit ingenium vaporum, ut ubi divulsi sunt a massa, cui fuerunt adunati, vim elasticam exserant; certe si non asseverate affirmandum, tamen magna cum veri similitudine statuendum erit, aërem non aliud esse, nisi vaporem illum corporibus solutum, qui, postquam ad summam subtilitatem redactus est, cuilibet caloris gradui facile cedit et validam prodit elasticitatem.

Sunt vero haud pauca nec proletaria, quae me in hac sententia confirmant. Etenim cur ex corporibus solis, quae olei atque adeo acidi haud parum in se continent ustulando expellitur aër? Nonne acidum, actuosissimum et validissimum ad aetherem constringendum attractione sua est principium, ut antea sub oculos posui? Nonne hoc principium corporum illorum concretorum vinculum est, et veluti gluten? (quippe aethereae materiae omnia corpora constringentis verus magnes) et ubi acidum hoc ab arctissima cum materia adunatione vi ignis ingenti aegre est expulsum, putasne in subtilissima divisum cuticula discedere oportere? Hocque pacto quid est, quod ambigas, tali ratione fluidum elasticum constituere, vel ad minutissimos caloris gradus ad expansionem mobile, neque aucto quantumvis frigore (utpote qui nunquam omnem exterminat calorem), concrescens elasticitate spoliandum? Ergo quae aqueos vapores premit difficultas, ut exiguo frigore coagulentur, quaeque Halesio causa fuit, aërem expulsum nomine materiae ab omni vaporum natura toto genere diversae venditandi, ea hic plane cessat. Ideoque Physicis accuratiori indagine dignissima sese offert sententia, utrumne aër non sit nisi acidi per omnem rerum naturam disseminati subtilissimus halitus, caloris quantulocunque gradu elasticitatem testans.

Certe hisce fundamenti loco substratis, quippe subtilissimum acidum a parte crassiore divisum in tenuissimum vaporem redactum sit ipse aër. Pariter proclive est, cur, quae igni pertinacissime resistunt materiae, maximam largiantur et emittant aëris copiam, e. g., cur tartarus vini Rhen. plus nitro reddat, quippe, quae tardissime et magno renisu acidum complexibus suis conclusum missum faciunt, materiae, ab iis etiam hoc in subtilissimae cuticulae forma divellitur, ita ut constituere possit elasticum adeo mobile quale aër est: cum contra, e quibus largior educitur vapor, etiam crassior prodeat, qui frigore aucto nihil praestare potest elasticitatis.

Observationum Barometricarum cum hypoth. consensus.

Ex hac hypothesi etiam perspicuum fit, vix explicabile illud e communi sententia aëris in majori altitudine ingenium. Repererunt enim Meraldus Cassinus aliique, ex testimonio Monum. Ac. R. Sc. Paris. legem Mariottianam circa compressionem aëris ponderi incumbenti proportionalem, in altiori elevatione deficere. Quippe minorem ibi aëris densitatem repererunt, quam quae cum inferioris pondere collata secundum legem illam consequi debuerit. Ex quo patet: aerem superiorem constare non particulis ejusdem generis, at minus compressis, sed elementis in se specifice levioribus; quippe quarum sub eadem compressione majus volumen ad idem pondus praestandum requiritur. Cum itaque aëris adeo in diversis altitudinibus diversa substantiae natura, quam nullibi alias in elemento ejusdem generis ubivis terrarum reperitur, patet illum non separatum quoddam elementi genus, sed formam qua aliud elementum, nempe ut arbitror humor acidus semet manifestat, habendum esse, quo posito mirum non est, si aliae vaporis talis particulae (pro cuticulae diversa crassitie), sunt aliis graviores, et leviores altissimum locum occupent.

PROP. XII.

Naturam flammae ex assertis theoriae nostrae explicatam reddere.

1. *Natura.*

Flammae prae ceterorum ignium genere singularis natura haec est:

Nullum corpus, nisi in superficie ardet, flammaeque alimentum est oleum atque adeo acidum, actuosissimum illud motui elastico inserviendi principium. Flamma non est nisi vapor ad eum usque ignis gradum perductus, ut vi-

vida luce corruscet, et non nisi inopia alimenti desinat. Haec vero sunt in flamma, quae ipsam ab alio omni ignis genere toto coelo diversam faciunt. 1. Quod, cum calor corpori cuivis calefaciendo inductus, secundum communem naturae legem communicatione sensim diminuatur, flamma e contrario ex minutissimo principio incredibilem et nullis limitibus, dummodo pabulum non deficiat, circumscriptam acquirat vim. 2. Quod, qui materiae cuidam inflammabili incalescendo ingeri potest usque ad ebullitionem, ignis, multo inferior sit eo, quem deflagrando exercet. 3. Quod lucem spargat, cum praeter metalla cetera corporum genera quantumvis calefacta lucis tamen expertia maneant.

2. *Causae investigatio.*

Ratio vero horum phaenomenorum, si recte sentio, haec est. Flamma constat vapore ignito, neque massa corporis solida in flammam tota vertitur, sed superficies proprie flagrat. Vapor vero cum superficiei quam plurimum, et renitentiae ad arcendam intra suos complexus ignis materiam quam minimum, habeat, apparet, quod motum undulatorium a levissimo principio conceptum non solum facillime propagare, verum etiam alii materiae inflammabili quanta ea sit pari intensitate sensim communicare possit. Etenim, quamquam primo obtutu hoc phaenomenon contra primam mechanicae regulam, quod effectus semper sit aequalis causae, videatur offendere, tamen si pensitaveris primam, vel minimae scintillulae, ad flammam excitandam sollicitationem, nihil aliud agere, quam quod particulam minimam inflammabilis vaporis in motum undulatorium elementi sui ignei concitet; quod cum leviter coërcitum magno conatu se liberet, et vibrationes peragat, circumfusas pariter concitando violentiam motus per totam massam propagat. Neque mireris effectum parvulae causae hic immensum quantum augescere, quippe elateria aetheris conclusi se retinaculis attractionis liberantia, praestant hoc pacto effectus, quae sollicitationem accendentis

flammulae proprie non tanquam causam agnoscunt, pendent enim proprie ab attractioni olei, cujus subtilissimae divisio materiae conclusae semet magna violentia expediendi copiam fecit. Porro vapor constituit fluidum, propter elastici aetherei non adeo cohibiti liberiores vibrationes in undulando efficacius, et propter ejaculatam hoc pacto materiam igneam tam calefaciendis corporibus quam spargendo lumine ceteris ignitis corporibus aptius.

Conclusio.

Verum opellae vix inchoatae jam coronidem impono. Non diutius moror Viros officiis gravioribus districtos hoc, quicquid est, opusculi, meque ipsum simul propensae voluntati atque benevolentiae

Amplissimae Facultatis Philosophiae commendans.

III.

METAPHYSICAE CUM GEOMETRIA JUNCTAE USUS IN PHILOSOPHIA NATURALI,

CUJUS

SPECIMEN I.

CONTINET

MONADOLOGIAM PHYSICAM

QUAM

CONSENTIENTE AMPLISSIMO PHILOSOPHORUM ORDINE*

DIE X. APRILIS HORIS VIII — XII.

IN AUDITORIO PHIL.

DEFENDET

M. Immanuel Kant.

ANNO MDCCLVI.

REGIOMONTI.

---

* Die im Original folgenden Worte „*dissertatione publica pro loco habenda*“, welche auch in der Tieftrunk'schen Ausgabe abgedruckt sind, waren bei den für den Act ausgegebenen Exemplaren auf Verlangen der Facultät mit einem Papierstreifen überklebt, weil eben Kant noch keinen *locus* in derselben eingenommen, den er zu vertheidigen hatte.

Praenotanda.

Qui rerum naturalium perscrutatione operam navant, emunctioris naris Philosophi in eo quidem unanimi consensu coaluerunt, sollicite cavendum esse, ut ne quid temere et conjectandi quadam licentia confictum in scientiam naturalem irrepat, neve quicquam absque experientiae suffragio et sine geometria interprete incassum tentetur. Quo consilio certe nihil philosophiae salutarius atque utilius poterat cogitari. Verum quoniam in linea recta veritatis vix cuiquam liceat mortalium stabili incessu progredi, quin in alterutram partem passim exorbitetur, quidam huic legi usque adeo indulserunt, ut in indaganda veritate alto se committere minime ausi, semper litus legere satius duxerint et nihil nisi ea, quae experientiae testimonio immediate innotescunt, admiserint. Et hac sane via leges naturae exponere profecto possumus, legum originem et causas non possumus. Qui enim phaenomena tantum naturae consectantur, a recondita causarum primarum intelligentia semper tantundem absunt, neque magis unquam ad scientiam ipsius corporum naturae pertingent, quam qui altius atque altius montis cacumen ascendendo coelum se tandem manu contrectaturos esse sibi persuaderent.

Igitur qua se plerique in rebus Physicis commode vacare posse autumant, sola hic adminiculo est et lumen accendit Metaphysica. Corpora enim constant partibus; quibus, quomodo sint conflata, utrum sola partium primitiva-

rum compraesentia, an virium mutuo conflictu repleant spatium, haud parvi sane interest, ut dilucide exponatur. Sed quo tandem pacto hoc in negotio Metaphysicam Geometriae conciliare licet, cum Gryphes facilius equis, quam philosophia transscendentalis Geometriae jungi posse videantur? Etenim cum illa spatium in infinitum divisibile esse praefracte neget, haec eadem qua cetera solet certitudine asseverat. Haec vacuum spatium ad motus liberos necessarium esse contendit, illa explodit. Haec attractionem s. gravitatem universalem a causis mechanicis vix explicabilem, sed ab insitis corporum in quiete et in distans agentium viribus proficiscentem, commonstrat, illa inter vana imaginationis ludibria ablegat.

Quam litem cum componere haud parvi laboris esse appareat, saltem aliquid operae in eo collocare statui; aliis, quorum vires magis sufficiunt huic negotio, ad ea perficienda invitatis, quae hic solum afficere satagam.

Coronidis loco tantum addo; cum principium omnium internarum actionum s. vim elementorum insitam, motricem esse necesse sit, et extrinsecus quidem applicatam, quoniam illa pracsens est externis, nec aliam ad movenda compraesentia vim concipere possimus, nisi quae illa vel repellere vel trahere conatur neque porro posita sola vi repellente, elementorum ad componenda corpora colligatio, sed dissipatio potius, sola autem attrahente colligatio quidem, non vero extensio definita ac spatium intelligi queat, in antecessum jam quodammodo intelligi posse, qui bina haec principia ex ipsa elementorum natura et primitivis affectionibus deducere valet, eum ad explanandam interiorem corporum naturam non contemnendi momenti operam contulisse.

Monadologiae Physicae
Sectio I.

Monadum Physicarum existentiam Geometriae consentaneam declarans.

PROP. I.

DEFINITIO. Substantia simplex, Monas* dicta, est quae non constat pluralitate partium, quarum una absque aliis separatim existere potest.

PROP. II.

THEOREMA. Corpora constant monadibus.

Corpora constant partibus, quae a se invicem separatae perdurabilem habent existentiam. Quoniam autem talibus partibus compositio non est nisi relatio, hinc determinatio in se contingens, quae salva ipsarum existentia tolli potest, patet compositionem omnem corporis abrogari posse, superstitibus nihilo secius partibus omnibus, quae antea erant compositae. Compositione autem omni sublata, quae supersunt partes plane non habent compositionem, atque adeo pluralitate substantiarum plane sunt destitutae, hinc sim-

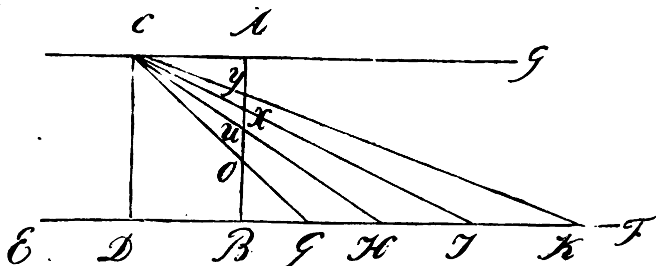
* Quoniam instituti mei ratio est, non nisi de ea simplicium substantiarum classe commentandi, quae corporum primitivae sunt partes, me inposterum terminis, *substantiarum simplicium*, *Monadum*, *elementorum materiae*, *partium corporis primitivarum*, tanquam synonimis usurum in antecessum moneo.

plices Corpus ergo quodvis constat partibus primitivis absolute simplicibus, h. e. monadibus.

SCHOLION. Consulto in demonstratione praesenti celebratum illud rationis principium omittens, institutum e communi, cui nemo non subscribit Philosophorum, notionum adunatione confeci, subveritus, ne quorum animi ab hoc principio sunt alieni, tali ratione minus convincantur.

PROP. III.

THEOREMA. Spatium, quod corpora implent, est in infinitum divisibile, neque igitur constat partibus primitivis atque simplicibus.



Data linea, *EF*, indefinite producta, h. e. ita, ut ulterius semper pro lubitu produci possit, alia *AB*, physica, h. e. si ita arridet, partibus materiae primitivis conflata insistat ipsi ad angulos rectos. Ad latus alia erecta sit, *CD*, priori aequalis et similiter posita, quod fieri posse non solum sensu geometrico, sed et physico non inficiaberis. Notentur in linea, *EF*, puncta quaelibet, *G*, *H*, *J*, *K*, et sic in indefinitum. Primo nemo in dubium vocabit, inter duo quaevis puncta seu si mavis monades datas, lineam rectam physicam duci posse. Sit itaque ducta, *CG*, et locus, ubi haec intersecat perpendicularem, *AB*, erit *O*. Jam ducta concipiatur alia linea physica inter puncta, *C* et *H*, et erit locus, *U*, ambabus lineis *CH* et *AB* communis, puncto *A* proprior. Sicque porro, ductis ex eodem puncto *C* ad quaevis in linea *EF* in infinitum producta puncta, *J*, *K*, cet.

semper puncta intersectionis, *X*, *Y*, cet. propinquiora fient puncto *A*, ut vel Geometriae plane ignaro per se liquet. Et si putas, lineas hasce physicas tandem justo arctiores sibi contiguas fore, ut juxta se consistere non possint, inferiores ductae auferri possunt, et nihilo minus patet loca intersectionis puncto *A* magis magisque appropinquare debere *, prouti in linea indefinita, *EF*, longinquius atque longinquius punctum notaveris. Quae vero longinquitas, quia in infinitum prorogari potest, appropinquatio etiam intersectionis versus punctum, *A*, infinitis incrementi partibus augescere potest. Neque vero unquam intersectio hoc pacto in punctum, *A*, cadet; quippe punctis *C* et *A* aequaliter distantibus a linea *EF*, linea puncta *C* et *A* jungens et quousque libet continuata, semper tantundem distabit a subjecta linea *EF*, neque huic unquam occurrere potest, quod contra hypothesin. Adeoque continua divisione lineae, *OA*, nunquam pervenitur ad partes primitivas non ulterius dividendas, h. e. spatium est infinitum divisibile, nec constat paribus simplicibus.

SCHOLION. Demonstrationem hanc a permultis Physicorum jam usurpatam huc allegavi, et quantum maxima fieri potuit perspicuitate ad physicum spatium accommodavi, ne qui generali de diversitate spatiorum geometrici et naturalis discrimine utuntur, exceptione quadam elabantur. Sunt quidem et aliae ejusdem sententiae demonstrationes in promtu, quarum ut unicum allegem, triangulum aequilaterum e monadibus, si ita arridet, constructum concipe, cujus si duo latera producantur in indefinitum, inque hisce sumseris distantias duplo, triplo, quintuplo, centuplo etc. lateribus trianguli dati majores, harum extremitates lineis physicis jungi possunt, quae erunt in eadem ratione, ut illae tertio trianguli latere major tantundemque pluribus particulis simplicissimis consta-

* Neque unquam puncta *Y* et *X* coincidere possunt, quia alias lineae *CY* et *CX* aeque coinciderent, et coincideret linea *CK* lineae *CI*, quod contra postulata.

bunt. Quia vero inter quamlibet harum monadum, atque eam, quae in vertice anguli constituta est, lineae physicae ductae concipi possunt, hae basin trianguli dati infinities divident, adeoque spatii divisibilitatem infinitam egregie tuentur. Sed qui demonstrationem superius allatam absque praejudicaturam opinionum impedimentis perspexerit, omnibus aliis vacare meo quidem judicio potest.

PROP. IV.

THEOREMA. Compositum in infinitum divisibile non constat partibus primitivis s. simplicibus.

Cum in composito in infinitum divisibili nunquam perveniatur dividendo in partes omni compositione exutas, quae autem dividendo non tolli potest compositio, tolli plane non possit, nisi omnem compositi existentiam abrogaveris; quia vero quae in composito remanent compositione omni sublata partes audiunt simplices Prop. I. compositum infinities divisibile talibus non constare liquet.

SCHOLION. Non alienum fore ab instituti ratione autumavi, post vindicatas corpori cuilibet partes primitivas simplices, et post assertam infinitam spatii sui divisionem, cavere, ne quisquam monades pro infinite parvis corporis particulis habeat. Etenim spatium quod est substantialitatis plane expers, et relationis externae unitarum monadum Phaenomenon, vel in infinitum continuata divisione plane non exhauriri abunde hoc pacto patescit, in quocunque autem composito compositio est non nisi accidens, et sunt substantialia compositionis subjecta, illud infinitam pati divisionem absonum est. Inde enim etiam sequeretur, partem quamlibet corporis primitivam ita esse comparatam, ut nec mille aliis, nec myriadibus, nec millionum millionibus, uno verbo, non quotcunque assignare libuerit, juncta, particulam quamlibet materiae constituat, quod certe haud obscure omnem substantialitatem compositi tollit, neque itaque in corpora naturae cadere potest.

COROLLARIUM. Corpus igitur quodlibet definito constat elementorum simplicium numero.

PROP. V.

THEOREMA. Quodlibet corporis elementum simplex, s. Monas, non solum est in spatio, sed et implet spatium, salva nihilo minus ipsius simplicitate.

Cum corpus quodlibet definito conflatum sit elementorum simplicium numero, spatium vero, quod implet, infinitam patiatur divisionem, quodlibet horum elementorum partem spatii occupabit ulterius adhuc divisibilem, h. e. spatium assignabile implebit.

Cum vero divisio spatii non sit separatio eorum, quorum unum ab alio semotum propriam habet sibique sufficientem existentiam, sed non nisi pluralitatem seu quantitatem quandam in externa relatione arguat, patet non inde pluralitatem partium substantialium consequi, quae cum sola simplicitati Monadis substantiali contrarietur, divisibilitatem spatii simplicitati Monadis non adversari affatim patet.

SCHOLION. Non alia certe in disquisitione elementorum magis obstitit Geometriae cum Metaphysica connubio sententia, quam praeconcepta illa, quamvis non satis examinata opinio, ac si divisibilitas spatii quod elementum occupat, elementi etiam ipsius in partes substantiales divisionem argueret. Quod usque adeo extra dubitationis aleam positum esse vulgo autumatum est, ut, qui spatii realis divisionem infinitam tuentur, a monadibus quoque toto coelo abhorrerent, et qui monadibus subscribunt, spatii Geometrici affectiones pro imaginariis habere suarum partium rati sint. Verum cum e supra demonstratis aperte liqueat, nec Geometram falli, nec quae apud Metaphysicum residet, sententiam a vero aberrare, hanc, quae utrosque dirimit opinionem, ac si elementum quoad substantiam absolute simplex spatium salva sua simplicitate implere non possit, utique falli necesse est. Quae enim spatiolum quoddam bifariam dividit linea aut superficies, partem spatii unam uti-

que extra aliam existere indigitat. Quia vero spatium non est substantia, sed est quoddam externae substantiarum relationis phaenomenon, unius ejusdemque substantiae relationem bifariam dividi posse simplicitati vel si mavis unitati substantiae non contrariatur. Quod enim est ab utraque lineae dividentis parte, non est quicquam a substantia ita separabile, ut ab ipso etiam semotum propriam existentiam tueatur, quod ad divisionem realem, quae tollit simplicitatem, utique requiritur, sed est unius ejusdemque substantiae utrinque exercita actio s. relatio, in qua quidem aliquam pluralitatem invenire non est substantiam ipsam in partes divellere.

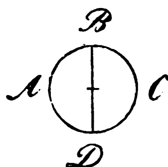
PROP. VI.

THEOREMA. Monas spatiolum praesentiae suae definit non pluralitate partium suarum substantialium, sed sphaera activitatis, qua externas utrinque sibi praesentes arcet ab ulteriori ad se invicem appropinquatione.

Cum in Monade non adsit pluralitas substantiarum, interim tamen quaevis solitario posita spatium repleat, per praecedentia ratio spatii repleti non in positione substantiae sola, sed in ipsius respectu externarum relatione quaerenda erit. Quia vero spatium replendo utrinque sibi immediate praesentes ab ulteriori arcet ad se invicem appropinquatione, adeoque in ipsarum positu quicquam determinet mensuram nempe propinquitatis, ad quam ipsa sibi accedere possunt limitando, actionem exserere patet et quidem in spatio quaquaversum determinato, hinc spatium hoc sphaera activitatis suae replere concedendum est.

PROP. VII.

PROBLEMA. Spatium quod quaelibet monas sphaera activitatis suae occupat salva ipsius simplicitate, ulterius a difficultatibus vindicare.



Si Monas quemadmodum contendimus spatium definitum implet, illud quovis alio finito exprimi poterit. Repraesentet igitur circellus *ABCD* spatiolum, quod Monas occupat activitate sua, erit *BD* diameter sphaerae hujus activitatis, h. e. distantia ad quod alia ipsi *B* et *D* praesentia arcet ab ulteriori ad se invicem appropinquatione. Verum ideo cave dixeris hanc esse diametrum ipsius Monadis, quod utique absonum foret. Neque etiam quicquam a sententia nostra magis est alienum. Etenim cum spatium solis externis respectibus absolvatur, quodcunque substantiae est internum, h. e. substantia ipsa externarum determinationum subjectum proprie non definitur spatio, sed quae ipsius determinationum ad externa referuntur, ea tantummodo in spatio quaerere fas est. At, ais, in hoc spatiolo adest substantia, et ubique in eodem praesto est, igitur qui dividit spatium, dividit substantiam? Respondeo, spatium hoc ipsum est ambitus externae hujus elementi praesentiae. Qui itaque dividit spatium, quantitatem extensivam praesentiae suae dividit. At sunt praeter praesentiam externam, h. e. determinationes substantiae respectivas aliae internae, quae nisi forent, non haberent illae, cui inhaererent subjectum. Sed internae non sunt in spatio, propterea quia sunt internae. Neque itaque divisione externarum determinationum ipsae dividuntur, adeoque nec subjectum ipsum s. substantia hoc pacto dividitur. Pariter ac si dixeris: Deus omnibus rebus creatis per actum conservationis interne praesto est, qui itaque dividit congeriem rerum creatarum, dividit Deum, quia ambitum praesentiae suae dividit; quo magis absonum dici quicquam non potest. Monas itaque, quae

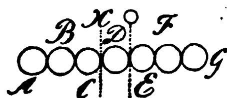
est elementum corporis primitivum, quatenus spatium implet, utique quidem quandam habet quantitatem extensivam nempe ambitum activitatis, in quo vero non reperies plura, quorum unum ab alio separatum, h. e. absque alio sibi solitarium propriam habeat perdurabilitatem. Nam quod in spatio *BCD* reperitur ab illo, quod adest in spatio *BAD*, separari ita non potest, ut quodlibet per se existat, quia utrumque non est, nisi determinatio unius ejusdemque substantiae externa; sed accidentia non existunt absque suis substantiis *.

PROP. VIII.

THEOREMA. Vis, qua elementum corporis simplex spatium suum occupat, est eadem, quam vocant alias *impenetrabilitatem*; neque si ab illa vi discesseris, huic locus esse potest.

Impenetrabilitas est ea corporis affectio, qua contigua a spatio, quod occupat arcet. Cum vero e praecedentibus innotuerit spatium, quod corpus occupat (si partes ipsius absque vacuo intermisto quam proxime sibi adunatas concipias), conflatum esse spatiolis, quae singula elementa simplicia implent, cum porro ad arcenda irruentia in spatium repletum corpora externa s. ad impenetrabilitatem requiratur renitentia, atque adeo vis quaedam, in prioribus autem demonstratum sit, elementa spatium suum definitum replere activitate quadam alia eo penetratura arcendi, patet impenetrabilitatem corporum non ab alia, nisi eadem illa naturali elementorum vi pendere. Quod erat primum.

* Difficultatem omnium, quae sententiae nostrae officere possunt, gravissima videtur, quae ab extrapositione determinationum unius ejusdemque substantiae depromta est. Etenim actio Monadis, quae est in spatio *BCD*, est extra actionem, quae est in spatio *BDA*; ergo videntur realiter a se invicem diversa atque extra substantiam reperiunda. Verum relationes semper sunt et extra se invicem et extra substantiam, quia entia illa, ad quae refertur substantia sunt a substantia et a se invicem realiter diversa, neque hoc pluralitatem substantialem arguit.



Deinde sit linea *AG* elementis materiae primitivis, h. e. monadibus conflata, si elementum quodvis *D* per substantiae suae praesentiam non nisi locum designaret neque occuparet spatium, locus *D* lineam datam *AG* bisecaret et quia itaque notat, ubi dimidium alterum lineae desinit alterumque incipit, erit utrique dimidio lineae communis. Sed non sunt lineae physicae aequales, nisi aequali constent elementorum numero et non est par utrinque elementorum numerus, nisi in linea *AC* et *EG*, ergo locus monadis *D* erit lineis *AC*, *EG*, communis, h. e. lineae dictae immediate sibi in loco nominato occurrent, neque itaque elementum *D* proximas *E* et *C* arcet ab immediato contactu, h. e. non erit impenetrabile. Si negas itaque, locum a monade *D* occupatum esse communem lineis *AC*, *EG*, erit punctum *X*, ubi lineae *AC* et *DG* sibi immediate occurrunt, et *O*, in quo sibi occurrunt lineae *AD* et *EG*, quia itaque locus monadis *D* diversus est a loco *X* itemque a loco *O*, quoniam alias immediato contactui communis semper locus esset, ut antea dictum, habes tria loca diversa *XDO*, quae procul dubio lineam quandam definiunt. Definitur igitur immediata praesentia monadis *D* linea definita, h. e. in spatio definito praesto est, et quia per solam substantiae positionem non spatium, sed locum occupare posset, adsit necesse est aliud quiddam in substantia, quod determinat propinquitatis in elementis utrinque contingentibus mensuram et vim quamlibet a propriori accessu elementorum *C* et *E* arcet, sed vi non potest opponi nisi vis; ergo eadem vis, qua elementum corporis spatium suum occupat, causatur impenetrabilitatem. Quod erat alterum.

SECTIO II.

Affectiones monadum physicarum generalissimas, quatenus in diversis diversae, ad naturam corporum intelligendam faciunt explicans.

PROP. IX.

DEFINITIO. Contactus est virium impenetrabilitatis plurium elementorum sibi invicem facta applicatio.

SCHOLION. Contactus vulgo per immediatam praesentiam definitur. Sed si vel maxime *externam* adjiceres (quoniam sine hoc additamento Deus, qui omnibus rebus immediate, sed intime praesens est, ipsas contingere putandus foret), tamen omnibus numeris absoluta vix erit definitio. Etenim quoniam satis ab aliis evictum, corpora vacuo spatio disterminata nihilominus coexistere posse, ideoque et immediate sibi praesentia esse, quanquam absque contactu mutuo, procul dubio hic vitii tenebitur definitio. Porro non sine magna veri specie a Newtoni schola, immediata corporum etiam a se dissitorum attractio defenditur, quarum tamen compraesentia absque contactu mutuo succederet. Praeterea si definitionem tueris, quae immediatam compraesentiam pro ipsa contactus notione venditat, explicanda tibi primum est praesentiae hujus notio. Si ut fit, declaras per mutuam actionem; in quonam quaeso consistit actio? procul dubio corpora in se movendo agunt. Vix motrix vero e puncto dato exserta aut repellit alia ab eodem aut trahit. Utra actio in contactu intelligenda sit, facile patescit. Corpus enim corpori proprius propriusque admovendo tum dicimus invicem se contingere, cum sentitur vis impenetrabilitatis, h. e. repulsionis. Ergo hujus adversus se invicem facta a diversis elementis actio atque reactio genuinam efficit contactus notionem.

PROP. X.

THEOREMA. Corpora per vim solam impenetrabilitatis non gauderent definito volumine, nisi adforet, alia pariter insita attractionis cum illa conjunctim limitem definiens extensionis.

Vis impenetrabilitatis est vis repulsiva, externa quaevis ab appropinquatione ulteriori arcens. Cum haec vis sit cuilibet elemento ingenita, ex ipsius natura intelligi quidem poterit, cur pro distantiae ad quam extenditur augmentis intensitas actionis diminuatur, quod in distantia quavis data plane nulla sit, intelligi plane per se non potest. Ideoque apud hanc solam si steterit, corporum compages plane nulla foret, quippe repellentibus se modo particulis, corporique nullum constaret volumen definito limite circumscriptum. Necesse igitur est, ut opponatur huic conatui alius oppositus, et in data distantia aequalis, limitem spatio occupando determinans. Qui cum repulsione ex adversum agat, est attractio. Opus igitur est cuilibet elemento praeter vim impenetrabilitatis alia attractiva, a qua si discesseris non resultarent determinata corporum naturae volumina.

SCHOLION. Ambarum virium tam repulsionis quam attractivae, quae sint in elementis leges indagare, ardui sane momenti est investigatio et digna, quae ingenia exerceat perspicaciora.[1] Mihi hic loci sufficit earum existentiam quantum per brevitatis legem licuit certissime evictam reddidisse. Sed si veluti e longinquo quaedam ad hanc quaestionem pertinentia prospicere arridet, nonne, quum vis repulsiva e puncto intimo spatii ab elemento occupati extrorsum agat, intensitas illius censenda erit secundum spatii, in quod extenditur augmentum reciproce debilitari? Non potest enim vis e puncto distributa in sphaera definita efficax deprehendi, nisi totum, quod comprehenditur sub data diametro spatium, agendo impleat. Quod hac ratione patefit.

Si enim vim concipias secundum lineas rectas e data superficie emanantem, sicuti lucem seu etiam secundum Keilii mentem ipsam vim attractionis, erit vis hac ratione exercita in ratione multitudinis linearum, quae ex hac superficie duci possunt, hoc est in ratione ipsius superficiei agentis. Adeoque si superficies sit infinite parva, erit etiam haec vis infinite parva, et si tandem sit punctum, plane nulla. Ideoque per lineas divergentes e puncto non potest vis diffundi in certa distantia assignabilis. Neque ideo deprehendetur efficax, nisi implendo totum in quo agit spatium. Sed spatia sphaerica sunt ut cubi distantiarum. Ergo cum eadem vis per majus spatium diffusa diminuatur pro ratione inversa spatiorum, erit vis impenetrabilitatis in ratione triplicata distantiarum a centro praesentiae reciproce.

Contra ea cum attractio sit quidem ejusdem elementi actio, sed in oppositum versa, erit superficies sphaerica, in quam in data distantia exercetur attractio, terminus a quo; cujus cum punctorum, a quibus in centrum tendentiae lineae duci possunt, multitudo, atque adeo attractionis quantitas definita sit, erit hoc pacto assignabilis, et decrescens in ratione inversa superficierum sphaericarum, i. e. in inversa duplicata distantiarum.

Si igitur repulsiva in subtriplicata, adeoque longe majori ratione, decrescere statuatur, in aliquo diametri puncto aequales esse attractionem et repulsionem necesse est. Et hoc punctum determinabit limitem impenetrabilitatis, et contactus externi ambitum s. volumen; victa enim attractione vis repulsiva ulterius non agit.

COROLLARIUM. Si hanc virium insitarum legem ratam habes, agnosces etiam omnium elementorum, quantumvis diversae speciei, aequale volumen. Etenim cum sit in aprico, vires repulsionis pariter ac attractivas, quoniam quaelibet definito gaudet intensitatis gradu, in elementis diversis maxime esse posse diversas, hic intensiores alibi remissiores, tamen, quoniam vis dupla repulsionis est in ea-

dem distantia dupla, et vis attractionis itidem, et congruum sit vires omnes elementi motrices, quod est specifice duplo fortius, esse in ratione eadem fortiores, semper vires nominatae in eadem distantia aequari, adeoque aequale volumen elementi determinare necesse est, quantumcunque a viribus cognominibus aliorum elementorum gradu differant.

PROP. XI.

THEOREMA. *Vis inertiae* est in quolibet elemento quantitatis definitae, quae in diversis poterit esse maxime diversa.

Corpus motum in aliud incurrens nulla polleret efficacia, et infinite parvo quovis obstaculo redigeretur ad quietem, nisi gauderet vi inertiae, qua in statu movendi perseverare annititur. Est vero vis inertiae corporis, summa virium inertiae omnium elementorum ex quibus conflatum est (et hanc quidem vocant massam); ergo quodlibet elementum certa celeritate motum, nisi haec multiplicetur per vim inertiae, nulla plane polleret movendi efficacia. Quodcunque autem in aliud multiplicando dat quantum, altero factorum majus, ipsum est quantitas, qua tum major tum minor alia assignari poterit. Ergo vi inertiae cujuslibet elementi alia vel major vel minor dari poterit in diversae speciei elementis.

COROLL. I. Dari possunt elementis quibuslibet datis alia, quarum vis inertiae, s. quod diverso respectu idem est, vis motrix, duplo vel triplo major est, h. e. quae et certae celeritati duplo vel triplo majori vi resistunt, et eadem celeritate mota duplo vel triplo majori pollent impetu.

COROLL. II. Cum elementa quaelibet, quantumvis diversae speciei pari tamen volumine pollere constet e Coroll. Prop. praec., adeoque pari spatio exacte repleto

parem semper contineri elementorum numerum, hinc recte concluditur: corpora, si vel maxime a vacui admistione discesseris, et totum spatium perfecte adimpletum sumseris, tamen sub eodem volumine diversissimas massas continere posse, quippe elementis majori vel minori vi inertiae praeditis. Nam massa corporum non est, nisi ipsorum vis inertiae quantitas, qua vel motui resistunt vel data celeritate mota certo movendi impetu pollent.

Hinc a minore materiae sub dato volumine comprehensae quantitate ad minorem densitatem, et ad majora interstitia vacua intercepta, non semper satis firma valet consequentia. Utrumque corpus potest vel paribus interstitiis vacuis pollere, vel perfecte densum esse, et nihilo minus alterutrum longe majori massa pollere; diversitatis causa plane in ipsa elementorum natura residente.

PROP. XII.

THEOREMA. Diversitas specifica densitatis corporum in mundo observabilium absque diversitate specifica inertiae ipsorum elementorum explicari plane non potest.

Si elementa omnia pari gauderent vi inertiae, parique volumine, ad intelligendam corporum raritatis differentiam opus est vacuo absoluto partibus intermisto. Neque enim, secundum Newtoni, Keilii aliorumque demonstrationes, in medio tali ratione perfecte impleto motui libero locus est. Ideoque ad explicandam mediorum infinite diversam densitatem specificam, e. g. aetheris, aëris, aquae, auri, indulgendum est immodicae conjectandi libidini, qua quae ab hominum intelligentia maxime remota est ipsa elementorum textura temere pro lubitu confingitur, mox bullularum tenuissimarum, mox ramorum et spirarum contortarum instar eam libere et audacter concipiendo, quo materiam miris modis distentam, et exigua materia ingens spatium com-

plexam, cogitare possis. Sed accipe, quae adversum pugnant rationes.

Fibrillae illae immensum quantum exiles, aut bullulae, quae sub cuticula immensae tenuitatis ingens pro quantitate materiae vacuum comprehendunt, necesse est, ut continuo corporum conflictu et attritione tandem conterantur, et hac ratione comminutarum ramenta spatium vacuum interceptum tandem oppleant. Quo facto spatium mundanum undiquaque perfecte plenum valida inertia obtorpescet, motusque omnes brevi reducentur ad quietem.

Porro cum secundum sententiam talem media specifice rariora partibus maxime distentis et magno volumine praeditis constare opus sit, quo tandem pacto illis interstitia corporum densiorum, quae secundum eandem sententiam arctiora sunt, pervia esse possunt quemadmodum ignem, fluidum magneticum, electricum corpora permeare facillime constat? Nam particulae majori volumine praeditae quomodo in interstitia ipsis angustiora semet penetrare possint, juxta cum ignarissimis ignoro.

Nisi itaque diversitas specifica ipsorum simplicissimorum elementorum, qua eodem spatio exacte repleto, nunc minor nunc longe major massa construi poterit, concedatur, Physica semper ad hanc difficultatem veluti ad scopulum haerebit.

PROP. XIII.

THEOREMA. Elementa corporis etiam solitario posita, perfecta gaudent vi elastica, in diversis diversa, et constituunt medium in se et absque vacuo admisto primitive elasticum.

Elementa singula simplicia spatium praesentiae suae occupant vi quadam definita, externas substantias ab eodem arcente. Cum vero vis quaelibet finita gradum habeat ab alia majori superabilem, patet huic repulsivae aliam opponi posse fortiorem, cui, cum in eadem distantia arcendae vis ele-

menti ingenita non sufficiat, patet illam in spatium ab ipso occupatum aliquatenus penetraturam. Sed vires quaelibet e puncto definito in spatium ex porrectae cum pro distantiae augmento debilitentur, vim hanc repulsivam, quo proprius centro acceditur activitatis, eo et fortius reagere patet. Et quoniam vis repellens, quae in data a centro repulsionis distantia finita est, in proportione definita appropinquationum crescit, ad punctum ipsum infinita sit necesse est, patet per nullam vim cogitabilem elementum penitus penetrari posse. Erit igitur perfecte elasticum et plura ejusmodi junctis elasticitatibus constituent medium primitive elasticum. Quod haec elasticitas sit in diversis diversa, e Coroll. Prop. X. linea 6. patet.

COROLLARIUM. Elementa sunt perfecte impenetrabilia, hoc est, quantacunque vi externa spatio quod occupant, penitus excludi nescia, sed sunt condensibilia, et corpora etiam talia constituunt, quippe concedentia aliquantulum vi externae comprimenti. Hinc origo corporum s mediorum primitive elasticorum, in quibus aetherem s materiam ignis in antecessum profiteri liceat.

IV.

NEUER LEHRBEGRIFF

DER

BEWEGUNG UND RUHE,

UND DER

DAMIT VERKNÜPFTEN FOLGERUNGEN

IN DEN ERSTEN GRÜNDEN

DER NATURWISSENSCHAFT.

April 1758.

18*

Wenn in einer philosophischen Frage das einstimmige Urtheil der Weltweisen ein Wall wäre, über welchen zu schreiten, es für ein gleichsträfliches Verbrechen mit demjenigen, welches Remus beging, müsste gehalten werden, so würde ich mir den Vorwitz wohl vergehen lassen, meinen Einfällen wider das entscheidende Gutachten des ehrwürdigen grossen Haufens diejenige Freiheit zu erlauben, die durch nichts weiter, als durch die gesunde Vernunft gerechtfertigt ist. Ich würde, wenn es mir einfiele, ein Gesetz zu bestreiten, welches, nach dem Rechte des Herkommens, einen unangefochtenen Besitz in den Lehrbüchern der Weltweisen schon seit Jahrhunderten her behauptet hat, mich selbst bald bescheiden, dass ich entweder hätte eher kommen oder damit zurückbleiben sollen. Nun ich aber eine grosse Menge solcher unternehmenden Köpfe um mich erblicke, die mit dem Gesetze des Ansehens nichts wollen zu schaffen haben, und gegen die man doch so viel Nachsicht hat, ihre Meinungen wohl gar zu prüfen und ihnen nachzudenken, so wage ich es, auf ein gleich günstiges Schicksal mich unter sie zu mengen, und die Begriffe der Bewegung und der Ruhe, ingleichen der mit der letztern verbundenen Trägheitskraft zu untersuchen und zu verwerfen; ob ich gleich weiss, dass diejenigen Herren, welche gewohnt sind, alle Gedanken als Spreu wegzuwerfen, die nicht auf die Zwangmühle des Wolf'schen oder eines andern berühmten Lehrgebäudes aufgeschüttet worden, bei dem ersten Anblick die Mühe der Prüfung für unnöthig, und die ganze Betrachtung für unrichtig erklären werden.

Neue Begriffe der Bewegung und Ruhe.

Ich wünsche, dass sich meine Leser auf einen Augenblick in diejenige Verfassung des Gemüths versetzen könnten, welche Cartesius für so unumgänglich nöthig zur Erlangung richtiger Einsichten hält, und worin ich mich jetzt befinde, nämlich sich so lange, als diese Betrachtung währt, aller erlernten Begriffe vergessen zu machen, und den Weg zur Wahrheit ohne einen andern Führer als die blosse gesunde Vernunft von selbst anzutreten.

In dieser Stellung erkenne ich, dass die Bewegung die Veränderung des Orts sey. Ich begreife aber auch bald, dass der Ort eines Dinges durch die Lage, durch die Stellung, oder durch die äussere Beziehung desselben gegen andere, die um ihn sind, erkannt werde. Nun kann ich einen Körper in Beziehung auf gewisse äussere Gegenstände, die ihn zunächst umgeben, betrachten, und dann werde ich, wenn er diese Beziehung nicht ändert, sagen, er ruhe. Sobald ich ihn aber in Verhältniss auf eine Sphäre von weiterem Umfange ansehe, so ist es möglich, dass eben der Körper zusammt seinen nahen Gegenständen seine Stellung in Ansehung jener ändert, und ich werde ihm aus diesem Gesichtspuncte eine Bewegung mittheilen. Nun steht es mir frei, meinen Gesichtskreis so sehr zu erweitern, als ich will, und meinen Körper in Beziehung auf immer entferntere Umkreise zu betrachten, und ich begreife, dass mein Urtheil von der Bewegung und der Ruhe dieses Körpers niemals beständig sey, sondern sich bei neuen Aussichten immer verändern könne. Setzt z. B., ich befinde mich in einem Schiffe, welches auf dem Pregel an der Rhede liegt. Ich habe eine Kugel vor mir auf dem Tische liegen; ich betrachte sie in Ansehung des Tisches, der Wände und anderer Theile des Schiffs, und sage, sie ruhe. Bald darauf sehe ich aus dem Schiffe nach dem Ufer hin, und merke, dass das Tau, womit es befestigt war, aufgeknüpft sey, und das Schiff langsam den Strom hinabtreibe; ich sage alsbald, die Kugel

bewegt sich, und zwar von Morgen gegen Abend nach der Richtung des Flusses. Jemand sagt mir aber, die Erde drehe sich in der täglichen Bewegung mit viel grösserer Geschwindigkeit von Abend gegen Morgen, alsbald werde ich anderes Sinnes, und lege der Kugel eine ganz entgegengesetzte Bewegung bei, mit einer Geschwindigkeit, die aus der Sternenwissenschaft leicht bestimmt wird. Aber man erinnert mich, dass die ganze Kugel der Erde in Ansehung des Planetengebäudes von Abend gegen Morgen in einer noch schnelleren Bewegung sey. Ich bin genöthigt, dieselbe meiner Kugel beizulegen, und ändere die Geschwindigkeit, die ich ihr vorher gab. Zuletzt lehrt mich Bradley, dass das ganze Planetengebäude zusammt der Sonne wahrscheinlicher Weise eine Verrückung in Ansehung des Fixsternenhimmels erleide. Ich frage, nach welcher Seite und mit welcher Geschwindigkeit? Man antwortet mir nicht. Und nun werde ich schwindlig, ich weiss nicht mehr, ob meine Kugel ruhe oder sich bewege, wohin und mit welcher Geschwindigkeit. Jetzt fange ich an einzusehen, dass mir in dem Ausdrucke der Bewegung und Ruhe Etwas fehlt. Ich soll ihn niemals in absolutem Verstande brauchen, sondern immer respective. Ich soll niemals sagen: ein Körper ruht, ohne dazu zu setzen, in Ansehung welcher Dinge er ruhe, und niemals sprechen, er bewege sich, ohne zugleich die Gegenstände zu nennen, in Ansehung deren er seine Beziehung ändert. Wenn ich mir auch gleich einen mathematischen Raum leer von allen Geschöpfen als ein Behältniss der Körper einbilden wollte, so würde mir dieses doch nichts helfen. Denn wodurch soll ich die Theile desselben und die verschiedenen Plätze unterscheiden, die von nichts Körperlichem eingenommen sind?

Nun nehme ich zwei Körper an, deren der eine *B* in Ansehung aller mir zunächst bekannten Gegenstände ruht, der andere *A* aber gegen ihn mit einer bestimmten Geschwindigkeit anrückt. Die Kugel *B* mag nun in einer noch so unveränderten Beziehung gegen andere äussere

Gegenstände beharren, so ist sie darin doch nicht, wenn man sie in Ansehung der bewegten Kugel *A* betrachtet. Denn ihre Beziehung ist gegenseitig, die Veränderung derselben also auch. Die Kugel *B*, welche in Ansehung gewisser Objecte ruhend genannt wird, nimmt an der Veränderung der gegenseitigen Relationen mit der Kugel *A* gleichen Antheil, sie kommen beide einander näher. Warum soll ich denn trotz allem Eigensinn der Sprache nicht sagen: die Kugel *B*, die zwar in Ansehung anderer äusserlichen Gegenstände in Ruhe ist, befindet sich doch in Ansehung der bewegten Kugel *A* in gleichmässiger Bewegung?

Ihr werdet mir zugestehen, dass, wenn von der Wirkung, die die beiden Körper im Zusammenstosse gegen einander ausüben, die Rede ist, die Beziehung auf andere äussere Dinge hierbei nichts zu schaffen habe. Wenn man also die Veränderung, die hier vorgeht, blos in Ansehung der beiden Körper *A* und *B* betrachten muss, und man zieht seine Gedanken von allen äusseren Gegenständen ab, so sage man mir: ob man aus dem, was zwischen beiden vorgeht, abnehmen könne, dass einer von beiden ruhe und blos der andere sich bewege, und welcher von ihnen ruhe oder sich bewege? Wird man die Bewegung nicht beiden und zwar beiden in gleichem Maasse beilegen müssen? Die Annäherung derselben gegen einander kommt einem so gut als dem andern zu. Setzt, dass eine Kugel *A* von 3 ℔ Masse sich gegen eine andere *B* von 2 ℔, welche in Ansehung des umgebenden Raumes ruht, bewege; der Raum von 5 Fuss, der zwischen beiden war, wird in einer Secunde zurückgelegt. Und wenn ich also blos auf die Veränderung, die zwischen beiden Körpern vorgeht, sehe, so kann ich nichts weiter sagen, als 3 ℔ Masse und 2 ℔ Masse kommen einander in einer Secunde um 5 Fuss näher. Da ich nun nicht die geringste Ursache habe, dem einen von diesen Körpern vor dem andern einen grösseren Antheil an dieser Veränderung beizulegen, so werde ich, um auf beiden Seiten

eine vollkommene Gleichheit zu erhalten, die Geschwindigkeit von 5 Fuss in einer Secunde in umgekehrtem Verhältniss der Massen vertheilen müssen, d. i. der Körper von 3 ℔. wird 2 Grade Geschwindigkeit, der von 2 ℔. aber 3 Grade zu seinem Antheile bekommen, und mit diesen Kräften werden sie wirklich bei dem Stosse in einander wirken. Ungeachtet aller Ruhe also, darin der Körper *B* in Ansehung der andern nächsten Gegenstände des Raumes seyn mag, hat er dennoch eine wahrhafte Bewegung in Ansehung eines jeden Körpers, der gegen ihn anrückt, und zwar eine Bewegung, die jenes seiner gleich ist; so dass beider Bewegungen Summe derjenigen gleich ist, die in dem Körper *A* allein gedacht werden muss, wenn man sich *B* als in absoluter Ruhe vorstellt.

Wollte man sich dessen ungeachtet den Eigensinn der Sprache anfechten lassen, so gebe ich auf zu bedenken, ob man auch wohl bei einerlei Rede bleiben werde. Wenn eine 12pfündige Kanonenkugel in der Gegend von Paris vom Morgen gegen Abend wider eine Mauer geschossen wird, so sagt selbst der Philosoph, sie bewege sich mit 600 Fuss in einer Secunde Geschwindigkeit, ob er gleich zugesteht, dass, weil die Erde in dieser Breite beinahe eben die Bewegung von Abend gegen Morgen hat, die Kraft des Pulvers eigentlich nichts anders gethan hat, als nur diese Bewegung der Kugel aufzuheben; gleichwohl, und ohne sich durch die tägliche oder jährliche Bewegung der Erde irren zu lassen, gesteht man heimlich, dass die Verhältnisse, die die Kugel und die Mauer in Ansehung des nahe oder weit umher umgebenen Raumes haben, hier nichts zur Sache thun, sondern es blos auf die Beziehung ankomme, die diese zwei Körper gegen einander haben. Bei solchem Geständnisse aber, welchem von beiden wollte man respective auf den andern die Ruhe beilegen? da das Phänomenon der Veränderung nichts anders zu erkennen giebt, als dass beide einander genähert werden, wenn man nicht vielmehr zugiebt, dass beide sich gegen einander bewegen, die Kugel gegen die Mauer und

die Mauer gegen die Kugel, und zwar eine mit so viel Kraft als die andere.

Man sehe nämlich den Raum, der zwischen beiden Körpern zurückgelegt wird, dividirt durch die Zeit, als die Summe der beiderseitigen Geschwindigkeiten an; man spreche: wie sich verhält die Summe der Massen *A* und *B* zu der Masse des Körpers *A*, so verhält sich die gegebene Geschwindigkeit zu der Geschwindigkeit des Körpers *B*; welche, wenn man sie von der gedachten Totalgeschwindigkeit abzieht, die Geschwindigkeit von *A* übrig lässt. Alsdann wird man die ganze vorgegangene Veränderung unter beide Körper gleich vertheilt haben und mit diesen gleichen Kräften werden sie einander auch im Stosse treffen. Ich ziehe hieraus zu meinem Zwecke nur folgende 2 Corollarien.

1. Ein jeder Körper, in Ansehung dessen sich ein anderer bewegt, ist auch selber in Ansehung jenes in Bewegung, und es ist also unmöglich, dass ein Körper gegen einen anlaufen sollte, der in absoluter Ruhe ist.

2. Wirkung und Gegenwirkung ist in dem Stosse der Körper immer gleich.

Von der Trägheitskraft.

Es würde vielleicht niemals einem Menschen eingefallen seyn, vorzugeben, dass ein Körper, der, so lange ein gegen ihn anlaufender Körper ihn noch nicht berührt, völlig ruhig, oder wenn man es so will, im Gleichgewichte der Kraft ist, dennoch im Augenblicke des Stosses plötzlich eine Bewegung gegen den Stossenden von selbst annehmen, oder sich in ein Übergewicht versetzen sollte, um in ihm eine entgegengesetzte Kraft aufzuheben, wenn nicht aus der Erfahrung erhellt, dass in einem Zustande, den ein Jeder für den Zustand der Ruhe hält, der Körper in einen jeglichen handelnden mit gleichem Grade entgegen wirkte. Nun ich aber bewiesen habe, dass, was man fälschlich für eine Ruhe in Ansehung des stossenden Kör-

pers gehalten hat, in der That beziehungsweise auf ihn eine Bewegung sey; so leuchtet von selbst ein, dass diese Trägheitskraft ohne Noth erdacht sey und bei jedem Stosse eine Bewegung eines Körpers gegen einen andern mit gleichem Grade ihm entgegen bewegten angetroffen werde, welches die Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung, ohne eine besondere Art der Naturkraft erdenken zu dürfen, ganz leicht und begreiflich erklärt. Gleichwohl dient diese angenommene Kraft ungemein geschickt dazu, alle Bewegungsgesetze sehr richtig und leicht daraus herzuleiten. Aber hierzu dient sie nur eben so, wie die Newton'sche Anziehungskraft aller Materie zur Erklärung der grossen Bewegungen des Weltbaus, nämlich nur als das Gesetz einer durch die Erfahrung erkannten allgemeinen Erscheinung, wovon man die Ursache nicht weiss, und welche folglich man sich nicht übereilen muss, sogleich auf eine dahin zielende innere Naturkraft zu schieben.

Ich kann, ohne etwas von dem Rechte meines Lehrgebäudes zu vergeben, in diesem Verstande ganz wohl zugestehen, dass alle Körper in Ansehung der gegen sie bewegten eine Trägheitskraft haben, d. i. eine Kraft, der Handlung in gleichem Grade entgegen zu wirken, denn dieses ist nichts als ein Erfahrungsgesetz: allein sie scheinen nur sie in völliger Ruhe als eine innere Kraft an sich zu haben, denn sie haben sie in der That blos darum, weil sie gegen den Anlaufenden in wirklicher und gleicher Bewegung sind, und sie haben solche nimmer, in so ferne sie sich respective auf ihn in Ruhe befinden.

Es kann auch gar nicht schwer fallen, die angenommenen Begriffe der Trägheitskraft aus anderen Gründen zu widerlegen.

Denn 1. es mag ein Körper noch so viel Kräfte haben, wenn er in Ruhe ist, so müssen sie doch alsdann gewiss in ihm im Gleichgewichte seyn. Wie soll es denn zugehen, dass, sobald der stossende Körper diesen ruhenden berührt, der letztere sich plötzlich selbst in eine gegen

die Seite des Anlaufenden überwiegende Bewegung oder Bestrebung versetzen soll, um in ihm einen Theil seiner Kraft zu vertilgen? Denn, würde seine innere Kraft selbst im Augenblicke des Stosses noch immer im Gleichgewichte seyn, so würde sie dieser mit nichts Widerstand leisten. Und gesetzt auch, dass

2. diese plötzlich entstandene Bestrebung möglich wäre, so würde der leidende Körper selbst von dem Stosse keine Bewegung bekommen; denn der Stoss und die Gegenwirkung würden sich einander aufheben, und es würde daraus nichts mehr folgen, als dass beide Körper aufhörten in einander zu wirken, nicht aber, dass der Gestossene sich nach diesem bewegen sollte. Und ausser diesem, weil die Trägheitskraft eine natürliche Kraft ist, so müsste sie, wenn gleich das Gleichgewicht durch den Stoss aufgehoben worden, sich doch den Augenblick darauf von selbst wieder herstellen, d. i. der gestossene Körper müsste alsbald nach dem Stosse wieder ruhig seyn.

Ich enthalte mich noch weit mehrerer Gründe, die ich wider den Begriff der Trägheitskraft in Bereitschaft habe anzuführen. Ich würde eben sowohl die metaphysischen Beweise beleuchten können, die man davon vor sich findet. Allein ich habe hier nicht ein Buch, sondern einen Bogen zu schreiben, in dessen kleinen Inbegriff sich diese fruchtbare Materie muss beschränken lassen.

Von dem Gesetze der Continuität, in so ferne es von dem Begriffe der Trägheitskraft unzertrennlich ist.

Was die Vertheidiger des gemeinen Begriffs von der Bewegung am meisten in Verlegenheit setzen muss, ist dieses, dass sie nicht umhin können, sich ein anderes willkührliches Gesetz wider ihren Willen aufdringen zu lassen, wenn sie die Bewegungsgesetze nach ihrem Lehrbegriffe erklären wollen. Die hülfleistende Hypothese ist das Gesetz der Continuität, wovon vielleicht die wenigsten Mechaniker bemerkt haben mögen, dass, so sehr sie auch

selbigem entgegen seyn wollen, sie es doch heimlich annehmen müssen, wenn sie den Stoss der Körper aus den angenommenen Begriffen der Bewegung erklären wollen. Ich verstehe aber hierunter nur das physische Gesetz der Continuität, welches sich niemals beweisen, aber wohl widerlegen lässt; denn was das im logischen Sinne * anlangt, so ist es eine sehr schöne und richtige Regel zum Urtheilen; sie thut aber zu gegenwärtigem Vorwurfe nichts. Im physischen Verstande würde sie nach Leibnitz's Meinung also lauten: ein Körper theilt dem andern keine Kraft auf einmal mit, sondern so, dass er durch alle unendlich kleinen Zwischengrade von der Ruhe an bis zur bestimmten Geschwindigkeit in ihm seine Kraft überträgt. Nun vernehme man, wie alle Diejenigen, die die Gesetze des Stosses nach den angenommenen Begriffen der Bewegung erklären wollen, dieser Leibnitz'schen Regel sich durchaus bedienen müssen. Warum bringt ein völlig harter Körper in einen andern Gleichartigen und Gleichen nicht seine ganze Kraft durch den Stoss, warum nur immer die Hälfte, wie dieses aus der Statik bekannt ist? Man sagt, es geschehe, weil der stossende Körper so lange den in seinem Wege liegenden drückt und treibt, bis beide gleiche Geschwindigkeit, nämlich, wenn beide Massen gleich sind, bis jeglicher die Hälfte von der Geschwindigkeit des stossenden hat, denn alsdann flieht der gestossene Körper alle fernere Handlung des stossenden. Allein setzt man hierbei nicht voraus, dass alle Wirkung des anlaufenden in den ruhenden nach und nach vermittelst

* Ich will, ohne die Formel dieser Regel hier hinzusetzen, nur einige Beispiele davon anführen. Was da überhaupt gilt, wenn ein Körper auf einen andern bewegten anstösst, das gilt auch, wenn er einen ruhenden trifft, denn die Ruhe ist als eine unendlich kleine Bewegung anzusehen. Wenn ein Kräftemaass von den wirkliehen Bewegungen überhaupt gilt, so muss es auch vom blossen Drucke gelten; denn der Druck kann als eine wirkliche Bewegung durch einen unendlich kleinen Raum angesehen werden. Ich behalte mir vor, diese logische Regel der Continuität ein anderes Mal ausführlich zu erläutern und in ihr gehöriges Licht zu setzen.

einer Folge von unendlich vielen kleinen Momenten der Drückung geschehe? Denn wirkte jener mit seiner ganzen Kraft auf einmal, so würde er seine ganze Bewegung diesem ertheilen, und selbst in Ruhe bleiben, welches wider das Gesetz des Stosses vollkommen harter Körper streitet. Der ruhende Körper liegt ja der ganzen Bewegung des stossenden im Wege; wenn dieser also mit seiner ganzen Kraft auf einmal wirken kann, so wird er es gewiss thun, und was von der ganzen Kraft gilt, das gilt auch von der Hälfte, dem Viertheil etc. derselben; also wird er mit gar keiner endlichen Kraft auf einmal wirken, sondern nur durch alle unendlich kleinen Momente nach und nach, welches das Gesetz der Continuität besagt.

Da wir hieraus sehen, dass man das Gesetz der Continuität durchaus annehmen müsse, wenn man sich nicht des gemeinen Begriffs von der Bewegung und Ruhe entladen will, so will ich nur kürzlich zeigen, warum dennoch die berühmtesten Naturkundigen dasselbe nicht einmal als eine Hypothese wollen gelten lassen; denn für etwas Besseres kann man es nimmer ausgeben, weil man es nicht beweisen kann.

Wenn ich vorgebe, dass ein Körper in einen andern niemals mit einem Grade Kraft auf einmal wirken könne, ohne alle möglichen kleinen Zwischengrade vorher durchzugehen, so sage ich, werde er in ihn gar nicht wirken können. Denn es mag noch so ein unendlich kleines Moment seyn, womit er in einem Augenblicke wirkt, und welches sich in einem bestimmten Zeittheilchen zu einer gegebenen Geschwindigkeit häuft, so ist dieses Moment immer eine plötzliche Wirkung, die nach dem Gesetze der Continuität erstlich hätte durch alle unendlichen Grade der geringeren Momente durchgehen sollen und auch können; denn es lässt sich immer von einem gegebenen Moment ein anderes kleineres denken, aus dessen Summirung jenes erwachsen ist. Z. B. das Moment der Schwere ist gewiss unendlich kleiner als das Moment der Handlung bei dem Stosse der Körper, weil diese in einer ganz unmerklichen

Zeit grosse Grade Geschwindigkeit zuwege bringen kann, welche die Schwere in weit längerer nur erzeugen könnte. Also ist selbst das Moment der Wirkung beim Stosse plötzlich und dem Gesetze der Continuität zuwider. Man darf auch nicht vorwenden, es gebe gar keine vollkommenen harten Körper in der Natur. Denn es ist hier genug, sie nur zu denken und die Bewegungsgesetze derselben zu bestimmen, weil nur vermittelst derselben diejenigen, nach welchen biegsame Körper einander stossen, gefunden werden können. Und überdies hat doch ein jeglicher weicher Körper einen gewissen Grad des Zusammenhanges, mit welchem er in Ansehung des ihm gleichen oder kleineren Moments in der Kraft des stossenden als ein harter Körper kann angesehen werden; und wenn nur in Ansehung dieses eine plötzliche Wirkung möglich ist, so wird sie auch in Ansehung grösserer Grade stattfinden können.

Schlüssel zur Erläuterung der Gesetze des Stosses nach dem neuen Begriffe der Bewegung und Ruhe.

Was in dem Stosse zwischen den beiden gegenseitig wirkenden Körpern vorgeht, ist nach unserm Lehrbegriffe aus dem Vorigen schon klar. Es besteht nämlich blos darin: dass Wirkung und Gegenwirkung beiderseitig gleich sind, und dass beide Körper nach dem Stosse beziehungsweise auf einander ruhen, wenn sie einander nämlich geradezu getroffen haben und man von aller Federkraft abstrahirt. Allein unter der Benennung von Bewegungsgesetzen versteht man nicht blos die Regeln der Beziehung, die die stossenden Körper einer in Ansehung des andern bekommen, sondern vornämlich auch die Veränderung ihres äusseren Zustandes in Absicht auf den Raum, darin sie sich befinden. Dieses ist, eigentlich zu reden, nur das äussere Phänomenon Dessen, was unmittelbar zwischen ihnen vorgegangen ist; und dieses verlangt man zu wissen.

Zu dem Ende nehme man erstlich zwei Körper *A* und *B*, den erstern von 3 *U.* Masse, den zweiten von 2 *U.*,

und diesen letztern in Ansehung des Raums, darin er sich befindet, als ruhend, den erstern aber in Absicht auf diesen Raum als bewegt an, mit einer Geschwindigkeit von 5 Graden in einem geraden Anlaufe auf den Körper *B*. Weil man nun dem Körper *B* nach unsern Sätzen beziehungsweise auf *A* eine Geschwindigkeit von 3 Graden, dem *A* aber gegen *B* von 2 Graden beilegen muss, so werden durch den Stoss diese zwei gleichen Kräfte einander aufheben, und beide werden gegen einander respective ruhen. Weil aber *B*, welches beziehungsweise auf die andern Gegenstände ruhte, diesem zufolge eine respective Bewegung von 2 Graden auf *A* hat, so wird eben diese auch dem umgebenden Raume parallel und in gleicher Geschwindigkeit mit dem Körper *B* müssen zuerkannt werden. Nun hebt der Stoss von *A* diese Bewegung von zwei Graden in *B* auf, nicht aber in dem umgebenden Raume, als in welchem nicht gewirkt wird, also wird dieser fortfahren, sich nach der vorigen Richtung des Körpers *B* zu bewegen, oder welches einerlei ist, der Körper *B* wird in entgegengesetzter Richtung, nämlich in der Richtung des stossenden *A*, mit 2 Graden Geschwindigkeit, in Ansehung des umgebenden Raumes nach dem Stosse fortrücken, mithin auch der Körper *A* in derselben Richtung und mit derselben Geschwindigkeit, weil er in Ansehung *B* ruht. Also werden beide Körper nach dem Stosse mit 2 Graden Geschwindigkeit fortlaufen. Man sieht hieraus, dass eine in einem Körper aufgehobene Geschwindigkeit, welche nur respective auf den anlaufenden Körper in dem gestossenen gesetzt worden, und die er nicht in Ansehung des Raums hatte, in ihm eigentlich einen gleichen Grad der Bewegung in Absicht auf den Raum in der Richtung des Stosses hervorbringt.

Wenn zwei Körper *A* und *B* von den Massen wie vorher, *A* aber mit 3 Graden und *B* mit 2 in entgegengesetzter Richtung gegen einander anlaufen, so müssen, wenn man nur das gegenseitige Verhältniss der Bewegung dieser Körper gegen einander betrachtet, die Geschwindigkeiten

3 und 2 summirt werden, und nach dem Obigen dieser Summe unter sie in umgekehrtem Verhältnisse der Massen vertheilt werden, so dass *A* 2 Grade Geschwindigkeit, *B* aber 3 bekommt, womit sie sich folglich durch die Gleichheit der entgegengesetzten Kräfte in respective Ruhe gegen einander versetzten. Weil nun durch die respective Bewegung der beiden Körper gegen einander in *B* eine Geschwindigkeit gesetzt wurde, die *B* beziehungsweise auf den äussern Raum nicht gänzlich, sondern nur davon 2 Grade hat, so wird nach dem kurz zuvor Angemerkten, die Aufhebung einer Geschwindigkeit, die in dem Körper nicht in Ansehung des Raumes anzutreffen war, eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung in Ansehung ebendesselben Raumes festsetzen, d. i. *B* wird mit einem Grade Geschwindigkeit, und *A* gleichfalls mit diesem Grade, weil es respective auf *B* ruht, in der Richtung, darin *A* den Stoss that, fortbewegt werden.

Es wäre leicht, die Gesetze der Bewegung bei dem Stosse der Körper, die mit ungleicher Geschwindigkeit nach einerlei Richtung fortlaufen, ingleichen die Regeln des Stosses elastischer Körper aus den zum Grunde gelegten Begriffen herzuleiten. Es wäre auch noch nöthig, das Vorgetragene durch mehrere Erläuterungen in ein grösseres Licht zu setzen. Dieses Alles könnte geschehen, wenn in einer so reichen Materie, und bei so engen Grenzen des Raumes es möglich wäre, vollständig in dem Inhalte und doch auch wortreich im Ausdrucke zu seyn.

V.

VON DEM ERSTEN GRUNDE

DES

UNTERSCHIEDES DER GEGENDEN

IM RAUME.

1768.

Der berühmte Leibnitz besass viel wirkliche Einsichten, wodurch er die Wissenschaften bereicherte, aber noch viel grössere Entwürfe zu solchen, deren Ausführung die Welt von ihm vergebens erwartet hat. Ob die Ursache darin zu setzen, dass ihm seine Versuche noch zu unvollendet schienen, eine Bedenklichkeit, welche verdienstvollen Männern eigen ist, und die der Gelehrsamkeit jederzeit viel schätzbare Fragmente entzogen hat, oder ob es ihm gegangen ist, wie Boerhaave von grossen Chemisten vermuthet, dass sie öfters Kunststücke vorgaben, als wenn sie im Besitze derselben wären, da sie eigentlich nur in der Überredung und dem Zutrauen zu ihrer Geschicklichkeit standen, dass ihnen die Ausführung derselben nicht misslingen könnte, wenn sie einmal dieselbe übernehmen wollten, das will ich hier nicht entscheiden. Zum Wenigsten hat es den Anschein, dass eine gewisse mathematische Disciplin, welche er zum Voraus *Analysin situs* betitelte, und deren Verlust unter andern Buffon bei Erwägung der Zusammenfaltungen der Natur in den Keimen bedauert hat, wohl niemals etwas mehr als ein Gedankending gewesen sey. Ich weiss nicht genau, in wie ferne der Gegenstand, den ich mir hier zur Betrachtung vorsetze, demjenigen verwandt sey, den der gedachte grosse Mann im Sinne hatte; allein, nach der Wortbedeutung zu urtheilen, suche ich hier philosophisch den ersten Grund der Möglichkeit Desjenigen, wovon er die Grössen mathematisch zu bestimmen vorhabens war. Denn die Lagen der Theile des Raums in Beziehung auf einander setzen die Gegend voraus, nach welcher sie in solchem Verhält-

niss geordnet sind, und im abgezogensten Verstande besteht die Gegend nicht in der Beziehung eines Dinges im Raume auf das andere, welches eigentlich der Begriff der Lage ist, sondern in dem Verhältnisse des Systems dieser Lagen zu dem absoluten Weltraume. Bei allem Ausgedehnten ist die Lage seiner Theile gegen einander aus ihm selbst hinreichend zu erkennen, die Gegend aber, wohin diese Ordnung der Theile gerichtet ist, bezieht sich auf den Raum ausser demselben, und zwar nicht auf dessen Örter, weil dieses nichts anders seyn würde, als die Lage eben derselben Theile in einem äusseren Verhältnisse, sondern auf den allgemeinen Raum als eine Einheit, wovon jede Ausdehnung wie ein Theil angesehen werden muss. Es ist kein Wunder, wenn der Leser diese Begriffe noch sehr unverständlich findet, die sich auch allererst im Fortgange aufklären sollen; ich setze daher nichts weiter hinzu, als dass mein Zweck in dieser Abhandlung sey, zu versuchen, ob nicht in den anschauenden Urtheilen der Ausdehnung, dergleichen die Messkunst enthält, ein evidenter Beweis zu finden sey: dass der absolute Raum unabhängig von dem Daseyn aller Materie und selbst als der erste Grund der Möglichkeit ihrer Zusammensetzung eine eigene Realität habe. Jedermann weiss, wie vergeblich die Bemühungen der Philosophen gewesen sind, diesen Punct, vermittelst der abgezogensten Urtheile der Metaphysik, einmal ausser allen Streit zu setzen, und ich kenne keinen Versuch, dieses gleichsam *a posteriori* auszuführen (nämlich vermittelst anderer unleugbaren Sätze, die selbst zwar ausser dem Bezirke der Metaphysik liegen, aber doch durch deren Anwendung *in concreto* einen Probierstein von ihrer Richtigkeit abgeben können), als die Abhandlung des berühmten Euler des ältern in der Historie der K. Akad. d. W. zu Berlin vom Jahr 1748, die dennoch ihren Zweck nicht völlig erreicht, weil sie nur die Schwierigkeiten zeigt, den allgemeinsten Bewegungsgesetzen eine bestimmte Bedeutung zu geben, wenn man keinen andern Begriff des Raumes annimmt,

als denjenigen, der aus der Abstraction von dem Verhältniss wirklicher Dinge entspringt, allein die nicht minderen Schwierigkeiten unberührt lässt, welche bei der Anwendung gedachter Gesetze übrig bleiben, wenn man sie nach dem Begriffe des absoluten Raumes *in concreto* vorstellen will. Der Beweis, den ich hier suche, soll nicht den Mechanikern, wie Herr Euler zur Absicht hatte, sondern selbst den Messkünstlern einen überzeugenden Grund an die Hand geben, mit der ihnen gewöhnlichen Evidenz die Wirklichkeit ihres absoluten Raumes behaupten zu können. Ich mache dazu folgende Vorbereitung.

In dem körperlichen Raume lassen sich, wegen seiner drei Abmessungen, drei Flächen denken, die einander insgesammt rechtwinklig schneiden. Da wir Alles, was ausser uns ist, durch die Sinne nur in so ferne kennen, als es in Beziehung auf uns selbst steht, so ist kein Wunder, dass wir von dem Verhältnisse dieser Durchschnittsflächen zu unserem Körper den ersten Grund hernehmen, den Begriff der Gegenden im Raume zu erzeugen. Die Fläche, worauf die Länge unseres Körpers senkrecht steht, heisst in Ansehung unser horizontal; und diese Horizontalfläche giebt Anlass zu dem Unterschiede der Gegenden, die wir durch Oben und Unten bezeichnen. Auf dieser Fläche können zwei andere senkrecht stehen, und sich zugleich rechtwinklig durchkreuzen, so dass die Länge des menschlichen Körpers in der Linie des Durchschnitts gedacht wird. Die eine dieser Verticalflächen theilt den Körper in zwei äusserlich ähnliche Hälften, und giebt den Grund des Unterschiedes der rechten und linken Seite ab, die andere, welche auf ihr perpendicular steht, macht, dass wir den Begriff der vorderen und hinteren Seite haben können. Bei einem beschriebenen Blatte z. B. unterscheiden wir zuerst die obere von der untern Seite der Schrift, wir bemerken den Unterschied der vorderen und hinteren Seite, und dann sehen wir auf die Lage der Schriftzüge von der Linken gegen die Rechte, oder umgekehrt. Hier ist immer eben dieselbe Lage der Theile, die

auf der Fläche geordnet sind, gegen einander, und in allen Stücken einerlei Figur, man mag das Blatt drehen, wie man will, aber der Unterschied der Gegenden kommt bei dieser Vorstellung so sehr in Anschlag, und ist mit dem Eindrucke, den der sichtbare Gegenstand macht, so genau verbunden, dass eben dieselbe Schrift, auf solche Weise gesehen, dass Alles von der Rechten gegen die Linke gekehrt wird, was vorher die entgegengesetzte Gegend hielt, unkenntlich wird.

Sogar sind unsere Urtheile von den Weltgegenden dem Begriffe untergeordnet, den wir von Gegenden überhaupt haben, in so ferne sie in Verhältniss auf die Seiten unseres Körpers bestimmt sind. Was wir sonst am Himmel und auf der Erde unabhängig von diesem Grundbegriffe an Verhältnissen erkennen, das sind nur Lagen der Gegenstände unter einander. Wenn ich auch noch so gut die Ordnung der Abtheilungen des Horizonts weiss, so kann ich doch die Gegenden danach nur bestimmen, indem ich mir bewusst bin, nach welcher Hand diese Ordnung fortlaufe, und die allergenaueste Himmelscharte, wenn ausser der Lage der Sterne unter einander nicht noch durch die Stellung des Abrisses gegen meine Hände die Gegend determinirt würde, so genau wie ich sie auch in Gedanken hätte, würde mich doch nicht in den Stand setzen, aus einer bekannten Gegend, z. B. Norden, zu wissen, auf welcher Seite des Horizonts ich den Sonnenaufgang zu suchen ätte. Eben so ist es mit Geographischen, ja mit unserer gemeinsten Kenntniss der Lage der Örter bewandt, die uns zu nichts hilft, wenn wir die so geordneten Dinge und das ganze System der wechselseitigen Lagen nicht durch die Beziehung auf die Seiten unseres Körpers nach den Gegenden stellen können. Sogar besteht ein sehr namhaftes Kennzeichen der Naturerzeugungen, welches gelegentlich selbst zum Unterschiede der Arten Anlass geben kann, in der bestimmten Gegend, wonach die Ordnung ihrer Theile gekehrt ist, und wodurch zwei Geschöpfe können unterschieden werden, obgleich sie sowohl in An-

sehung der Grösse als auch der Proportion und selbst der Lage der Theile unter einander völlig übereinkommen möchten. Die Haare auf dem Wirbel aller Menschen sind von der Linken gegen die Rechte gewandt. Aller Hopfen windet sich von der Linken gegen die Rechte um seine Stange; die Bohnen aber nehmen eine entgegengesetzte Wendung. Fast alle Schnecken, nur etwa drei Gattungen ausgenommen, haben ihre Drehung, wenn man von oben herab, d. i. von der Spitze zur Mündung geht, von der Linken gegen die Rechte. Diese bestimmte Eigenschaft wohnt eben derselben Gattung von Geschöpfen unveränderlich bei, ohne einiges Verhältniss auf die Halbkugel, woselbst sie sich befinden, und auf die Richtung der täglichen Sonnen- und Mondbewegung, die uns von der Linken gegen die Rechte, unsern Antipoden aber diesem entgegenläuft; weil bei den angeführten Naturproducten die Ursache der Windung in den Saamen selbst liegt, dahingegen, wo eine gewisse Drehung dem Laufe dieser Himmelskörper zugeschrieben werden kann, wie Mariotte ein solches Gesetz an den Winden will beobachtet haben, die vom neuen zum vollen Lichte gern von der Linken zur Rechten den ganzen Compass durchlaufen, da muss diese Kreisbewegung auf der andern Halbkugel nach der andern Hand herumgehen, wie es auch wirklich Don Ulloa durch seine Beobachtungen auf dem südlichen Meere bestätigt zu finden meint.

Da das verschiedene Gefühl der rechten und linken Seite zum Urtheil der Gegenden von so grosser Nothwendigkeit ist, so hat die Natur es zugleich an die mechanische Einrichtung des menschlichen Körpers geknüpft, vermittelst deren die eine, nämlich die rechte Seite, einen unbezweifelten Vorzug der Gewandtheit, und vielleicht auch der Stärke vor der linken hat. Daher alle Völker der Erde rechts sind (wenn man einzelne Ausnahmen bei Seite setzt, welche, so wie die des Schielens, die Allgemeinheit der Regel nach der natürlichen Ordnung nicht umstossen können). Man bewegt seinen Körper leichter

von der Rechten gegen die Linke, als diesem entgegen, wenn man aufs Pferd steigt, oder über einen Graben schreitet. Man schreibt allerwärts mit der rechten Hand, und mit ihr thut man Alles, wozu Geschick und Stärke erfordert wird. So wie aber die rechte Seite vor der linken den Vortheil der Bewegkraft zu haben scheint, so hat die linke ihn vor der rechten in Ansehung der Empfindsamkeit, wenn man einigen Naturforschern glauben darf, z. B. dem Borelli und Bonnet, deren der erstere von dem linken Auge, der andere auch vom linken Ohre behauptet: dass der Sinn in ihnen stärker sey, als der an den gleichnamigen Werkzeugen der rechten Seite. Und so sind die beiden Seiten des menschlichen Körpers, ungeachtet ihrer grossen äusseren Ähnlichkeit, durch eine klare Empfindung genugsam unterschieden, wenn man gleich die verschiedene Lage der inwendigen Theile, und das merkliche Klopfen des Herzens bei Seite setzt, indem dieser Muskel bei seinem jedesmaligen Zusammenziehen mit seiner Spitze in schiefer Bewegung an die linke Seite der Brust anstösst.

Wir wollen also darthun, dass der vollständige Bestimmungsgrund einer körperlichen Gestalt nicht lediglich auf dem Verhältniss und der Lage seiner Theile gegen einander beruhe, sondern noch überdies auf einer Beziehung gegen den allgemeinen absoluten Raum, so wie ihn sich die Messkünstler denken, doch so, dass dieses Verhältniss nicht unmittelbar kann wahrgenommen werden, aber wohl diejenigen Unterschiede der Körper, die einzig und allein auf diesem Grunde beruhen. Wenn zwei Figuren, auf einer Ebene gezeichnet, einander gleich und ähnlich sind, so decken sie einander. Allein mit der körperlichen Ausdehnung, oder auch den Linien und Flächen, die nicht in einer Ebene liegen, ist es oft ganz anders bewandt. Sie können völlig gleich und ähnlich, jedoch an sich selbst so verschieden seyn, dass die Grenzen der einen nicht zugleich die Grenzen der andern seyn können. Ein Schraubengewinde, welches um seine Spille von der Lin-

ken gegen die Rechte geführt ist, wird in eine solche Mutter niemals passen, deren Gänge von der Rechten gegen die Linke laufen; obgleich die Dicke der Spindel, und die Zahl der Schraubengänge in gleicher Höhe einstimmig wären. Ein sphärischer Triangel kann einem andern völlig gleich und ähnlich seyn, ohne ihn doch zu decken. Doch das gemeinste und klarste Beispiel haben wir an den Gliedmaassen des menschlichen Körpers, welche gegen die Verticalfläche desselben symmetrisch geordnet sind. Die rechte Hand ist der linken ähnlich und gleich, und, wenn man blos auf eines derselben allein sieht, auf die Proportion und Lage der Theile unter einander, und auf die Grösse des Ganzen, so muss eine vollständige Beschreibung der einen in allen Stücken auch von der andern gelten.

Ich nenne einen Körper, der einem andern völlig gleich und ähnlich ist, ob er gleich nicht in eben denselben Grenzen kann beschlossen werden, sein incongruentes Gegenstück. Um nun dessen Möglichkeit zu zeigen: so nehme man einen Körper an, der nicht aus zwei Hälften besteht, die symmetrisch gegen eine einzige Durchschnittsfläche geordnet sind, sondern etwa eine Menschenhand. Man fälle aus allen Puncten ihrer Oberfläche auf eine ihr gegenübergestellte Tafel Perpendikellinien, und verlängere sie eben so weit hinter derselben, als diese Puncte vor ihr liegen, so machen die Endpuncte der so verlängerten Linien, wenn sie verbunden werden, die Fläche einer körperlichen Gestalt aus, die das incongruente Gegenstück des vorigen ist, d. i. wenn die gegebene Hand eine rechte ist, so ist deren Gegenstück eine linke. Die Abbildung eines Objects im Spiegel beruht auf eben denselben Gründen. Denn es erscheint jederzeit eben so weit hinter demselben, als es vor seiner Fläche steht, und daher ist das Bild einer rechten Hand in demselben jederzeit eine linke. Besteht das Object selbst aus zwei incongruenten Gegenstücken, wie der menschliche Körper, wenn man ihn vermittelst eines Verticaldurchschnitts von vorn nach hinten theilt, so ist sein Bild ihm congruent,

welches man leicht erkennt, wenn man es in Gedanken eine halbe Drehung machen lässt; denn das Gegenstück vom Gegenstücke eines Objects ist diesem nothwendig congruent.

So viel mag genug seyn, um die Möglichkeit völlig ähnlicher und gleicher, und doch incongruenter Räume zu verstehen. Wir gehen jetzt zur philosophischen Anwendung dieser Begriffe. Es ist schon aus dem gemeinen Beispiele beider Hände offenbar, dass die Figur eines Körpers der Figur eines andern völlig ähnlich, und die Grösse der Ausdehnung ganz gleich seyn könne, so dass dennoch ein innerer Unterschied übrig bleibt, nämlich der: dass die Oberfläche, die den einen beschliesst, den andern unmöglich einschliessen könne. Weil diese Oberfläche den körperlichen Raum des einen begrenzt, die dem andern nicht zur Grenze dienen kann, man mag ihn drehen und wenden, wie man will, so muss diese Verschiedenheit eine solche seyn, die auf einem innern Grunde beruht. Dieser innere Grund der Verschiedenheit aber kann nicht auf die unterschiedene Art der Verbindung der Theile des Körpers unter einander ankommen; denn, wie man aus dem angeführten Beispiele sieht, so kann in Ansehung dessen Alles völlig einerlei seyn. Gleichwohl wenn man sich vorstellt, das erste Schöpfungsstück solle eine Menschenhand seyn, so ist es nothwendig, entweder eine rechte oder eine linke, und, um die eine hervorzubringen, war eine andere Handlung der schaffenden Ursache nöthig, als die, wodurch ihr Gegenstück gemacht werden konnte.

Nimmt man nun den Begriff vieler neueren Philosophen, vornämlich der Deutschen an, dass der Raum nur in dem äusseren Verhältnisse der neben einander befindlichen Theile der Materie bestehe, so würde aller wirkliche Raum in dem angeführten Falle nur derjenige seyn, den diese Hand einnimmt. Weil aber gar kein Unterschied in dem Verhältnisse der Theile derselben unter sich stattfindet, sie mag eine rechte oder linke seyn, so würde diese Hand in Ansehung einer solchen Eigenschaft gänz-

lich unbestimmt seyn, d. i. sie würde auf jede Seite des menschlichen Körpers passen, welches unmöglich ist.

Es ist hieraus klar, dass nicht die Bestimmungen des Raumes Folgen von den Lagen der Theile der Materie gegen einander, sondern diese Folgen von jenen sind, und dass also in der Beschaffenheit der Körper Unterschiede angetroffen werden können, und zwar wahre Unterschiede, die sich lediglich auf den absoluten und ursprünglichen Raum beziehen; weil nur durch ihn das Verhältniss körperlicher Dinge möglich ist, und dass, weil der absolute Raum kein Gegenstand einer äusseren Empfindung, sondern ein Grundbegriff ist, der alle dieselbe zuerst möglich macht, wir Dasjenige, was in der Gestalt eines Körpers lediglich die Beziehung auf den reinen Raum angeht, nur durch die Gegenhaltung mit andern Körpern vernehmen können.

Ein nachsinnender Leser wird daher den Begriff des Raumes, so wie ihn der Messkünstler denkt, und auch scharfsinnige Philosophen ihn in den Lehrbegriff der Naturwissenschaft aufgenommen haben, nicht für ein blosses Gedankending ansehen, obgleich es nicht an Schwierigkeiten fehlt, die diesen Begriff umgeben, wenn man seine Realität, welche dem innern Sinne anschauend genug ist, durch Vernunftideen fassen will. Aber diese Beschwerlichkeit zeigt sich allerwärts, wenn man über die ersten Data unserer Erkenntniss noch philosophiren will, aber sie ist niemals so entscheidend, als diejenige, welche sich hervorthut, wenn die Folgen eines angenommenen Begriffs der augenscheinlichsten Erfahrung widersprechen.

VI.

METAPHYSISCHE ANFANGSGRÜNDE

DER

NATURWISSENSCHAFT.

Vorrede.

Wenn das Wort Natur blos in formaler Bedeutung genommen wird, da es das erste innere Princip alles Dessen bedeutet, was zum Daseyn eines Dinges gehört *, so kann es so vielerlei Naturwissenschaften geben, als es specifisch verschiedene Dinge giebt, deren jedes sein eigenthümliches inneres Princip der zu seinem Daseyn gehörigen Bestimmungen enthalten muss. Sonst wird aber auch Natur in materieller Bedeutung genommen nicht als eine Beschaffenheit, sondern als der Inbegriff aller Dinge, so ferne sie Gegenstände unserer Sinne, mithin auch der Erfahrung seyn können, worunter also das Ganze aller Erscheinungen, d. i. die Sinnenwelt, mit Ausschliessung aller nicht sinnlichen Objecte, verstanden wird. Die Natur, in dieser Bedeutung des Worts genommen, hat nun, nach der Hauptverschiedenheit unserer Sinne, zwei Haupttheile, deren der eine die Gegenstände äusserer, der andere den Gegenstand des inneren Sinnes enthält, mithin ist von ihr eine zweifache Naturlehre, die **Körperlehre** und **Seelenlehre** möglich, wovon die erste die ausgedehnte, die zweite die denkende Natur in Erwägung zieht.

* Wesen ist das erste innere Princip alles Dessen, was zur Möglichkeit eines Dinges gehört. Daher kann man den geometrischen Figuren (da in ihrem Begriffe nichts, was ihr Daseyn ausdrückte, gedacht wird) nur ein Wesen, nicht aber eine Natur beilegen.

Eine jede Lehre, wenn sie ein System, d. i. ein nach Principien geordnetes Ganze der Erkenntniss seyn soll, heisst Wissenschaft, und, da jene Principien entweder Grundsätze der empirischen oder der rationalen Verknüpfung der Erkenntnisse in einem Ganzen seyn können, so würde auch die Naturwissenschaft, sie mag nun Körperlehre oder Seelenlehre seyn, in historische oder rationale Naturwissenschaft eingetheilt werden müssen, wenn nur nicht das Wort Natur (weil dieses eine Ableitung des Mannigfaltigen zum Daseyn der Dinge Gehörigen aus ihrem inneren Princip bezeichnet) eine Erkenntniss durch Vernunft von ihrem Zusammenhange nothwendig machte, wo ferne sie den Namen von Naturwissenschaft verdienen soll. Daher wird die Naturlehre besser in historische Naturlehre, welche nichts als systematisch geordnete Facta der Naturdinge enthält (und wiederum aus Naturbeschreibung, als einem Classensystem derselben nach Ähnlichkeiten, und Naturgeschichte, als einer systematischen Darstellung derselben in verschiedenen Zeiten und Orten, bestehen würde), und Naturwissenschaft eingetheilt werden können. Die Naturwissenschaft würde nun wiederum entweder eigentlich, oder uneigentlich sogenannte Naturwissenschaft seyn, wovon die erstere ihren Gegenstand gänzlich nach Principien *a priori*, die zweite nach Erfahrungsgesetzen behandelt.

Eigentliche Wissenschaft kann nur diejenige genannt werden, deren Gewissheit apodiktisch ist; Erkenntniss, die blos empirische Gewissheit enthalten kann, ist ein nur uneigentlich sogenanntes Wissen. Dasjenige Ganze der Erkenntniss, was systematisch ist, kann schon darum Wissenschaft heissen, und, wenn die Verknüpfung der Erkenntniss in diesem System ein Zusammenhang von Gründen und Folgen ist, sogar rationale Wissenschaft. Wenn aber diese Gründe oder Principien in ihr, wie z. B. in der Chemie, doch zuletzt blos empirisch sind, und die Gesetze, aus denen die gegebenen Facta durch die Vernunft erklärt werden, blos Erfahrungsgesetze sind,

so führen sie kein Bewusstseyn ihrer Nothwendigkeit bei sich (sind nicht apodiktisch-gewiss) und alsdann verdient das Ganze in strengem Sinne nicht den Namen einer Wissenschaft, und Chemie sollte daher eher systematische Kunst, als Wissenschaft heissen.

Eine rationale Naturlehre verdient also den Namen einer Naturwissenschaft nur alsdann, wenn die Naturgesetze, die in ihr zum Grunde liegen, *a priori* erkannt werden, und nicht blosse Erfahrungsgesetze sind. Man nennt eine Naturerkenntniss von der ersteren Art **rein**; die von der zweiten Art aber wird **angewandte** Vernunfterkenntniss genannt. Da das Wort Natur schon den Begriff von Gesetzen bei sich führt, dieser aber den Begriff der **Nothwendigkeit** aller Bestimmungen eines Dinges, die zu seinem Daseyn gehören, bei sich führt, so sieht man leicht, warum Naturwissenschaft die Rechtmässigkeit dieser Benennung nur von einem **reinen** Theil derselben, der nämlich die Principien *a priori* aller übrigen Naturerklärungen enthält, ableiten müsse und nur kraft dieses reinen Theils eigentliche Wissenschaft sey, ingleichen dass, nach Forderungen der Vernunft, jede Naturlehre zuletzt auf Naturwissenschaft hinausgehen und darin sich endigen müsse, weil jene Nothwendigkeit der Gesetze dem Begriffe der Natur unzertrennlich anhängt und daher durchaus eingesehen seyn will; daher die vollständigste Erklärung gewisser Erscheinungen aus chemischen Principien noch immer eine Unzufriedenheit zurücklässt, weil man von diesen, als zufälligen Gesetzen, die blos Erfahrung gelehrt hat, keine Gründe *a priori* anführen kann.

Alle **eigentliche** Naturwissenschaft bedarf also einen **reinen** Theil, auf dem sich die apodiktische Gewissheit, die die Vernunft in ihr sucht, gründen könne, und weil dieser, seinen Principien nach, in Vergleichung mit denen, die nur empirisch sind, ganz ungleichartig ist, so ist es zugleich von der grössten Zuträglichkeit, ja, der Natur der Sache nach, von unerlasslicher Pflicht in Ansehung der Methode, jenen Theil abgesondert, und von dem andern

ganz unbemengt, so viel möglich in seiner ganzen Vollständigkeit vorzutragen, damit man genau bestimmen könne, was die Vernunft für sich zu leisten vermag, und wo ihr Vermögen anhebt, der Beihülfe der Erfahrungsprincipien nöthig zu haben. Reine Vernunfterkenntniss aus blossen **Begriffen** heisst reine Philosophie, oder Metaphysik; dagegen wird die, welche nur auf die **Construction** der Begriffe, vermittelst Darstellung des Gegenstandes in einer Anschauung *a priori*, ihre Erkenntniss gründet, Mathematik genannt.

Eigentlich so zu nennende Naturwissenschaft setzt zuerst Metaphysik der Natur voraus; denn Gesetze, d. i. Principien der Nothwendigkeit Dessen, was zum **Daseyn** eines Dinges gehört, beschäftigen sich mit einem Begriffe, der sich nicht construiren lässt, weil das Daseyn in keiner Anschauung *a priori* dargestellt werden kann. Daher setzt eigentliche Naturwissenschaft Metaphysik der Natur voraus. Diese muss nun zwar jederzeit lauter Principien, die nicht empirisch sind, enthalten (denn darum führt sie eben den Namen einer Metaphysik), aber sie kann doch **entweder** sogar ohne Beziehung auf irgend ein bestimmtes Erfahrungsobject, mithin unbestimmt in Ansehung der Natur dieses oder jenes Dinges der Sinnenwelt, von den Gesetzen, die den Begriff einer Natur überhaupt möglich machen, handeln, und alsdann ist es der **transscendentale** Theil der Metaphysik der Natur: **oder** sie beschäftigt sich mit einer besonderen Natur dieser oder jener Art Dinge, von denen ein empirischer Begriff gegeben ist, doch so, dass ausser Dem, was in diesem Begriffe liegt, kein anderes empirisches Princip zur Erkenntniss derselben gebraucht wird (z. B. sie legt den empirischen Begriff einer Materie, oder eines denkenden Wesens, zum Grunde, und sucht den Umfang der Erkenntniss, deren die Vernunft über diese Gegenstände *a priori* fähig ist), und da muss eine solche Wissenschaft noch immer eine Metaphysik der Natur, nämlich der körperlichen oder denkenden Natur, heissen, aber es ist alsdann keine allgemeine, sondern be-

sondere metaphysische Naturwissenschaft (Physik und Psychologie), in der jene transscendentalen Principien auf die zwei Gattungen der Gegenstände unserer Sinne angewandt werden.

Ich behaupte aber, dass in jeder besonderen Naturlehre nur so viel eigentliche Wissenschaft angetroffen werden könne, als darin Mathematik anzutreffen ist. Denn nach dem Vorhergehenden erfordert eigentliche Wissenschaft, vornämlich der Natur, einen reinen Theil, der dem empirischen zum Grunde liegt, und der auf Erkenntniss der Naturdinge *a priori* beruht. Nun heisst Etwas *a priori* erkennen, es aus seiner blossen Möglichkeit erkennen. Die Möglichkeit bestimmter Naturdinge kann aber nicht aus ihren blossen Begriffen erkannt werden; denn aus diesen kann zwar die Möglichkeit des Gedankens (dass er sich selbst nicht widerspreche), aber nicht des Objects, als Naturdinges erkannt werden, welches ausser dem Gedanken (als existirend) gegeben werden kann. Also wird, um die Möglichkeit bestimmter Naturdinge, mithin um diese *a priori* zu erkennen, noch erfordert, dass die dem Begriffe correspondirende Anschauung *a priori* gegeben werde, d. i. dass der Begriff construirt werde. Nun ist die Vernunfterkenntniss durch Construction der Begriffe mathematisch. Also mag zwar eine reine Philosophie der Natur überhaupt, d. i. diejenige, die nur das, was den Begriff einer Natur im Allgemeinen ausmacht, untersucht, auch ohne Mathematik möglich seyn, aber eine reine Naturlehre über bestimmte Naturdinge (Körperlehre und Seelenlehre) ist nur vermittelst der Mathematik möglich, und, da in jeder Naturlehre nur so viel eigentliche Wissenschaft angetroffen wird, als sich darin Erkenntniss *a priori* befindet, so wird Naturlehre nur so viel eigentliche Wissenschaft enthalten, als Mathematik in ihr angewandt werden kann.

So lange also noch für die chemischen Wirkungen der Materien auf einander kein Begriff ausgefunden wird, der sich construiren lässt, d. i. kein Gesetz der Annäherung

oder Entfernung der Theile angeben lässt, nach welchem etwa die Proportion ihrer Dichtigkeiten u. d. g. ihre Bewegungen sammt ihren Folgen sich im Raume *a priori* anschaulich machen und darstellen lassen (eine Forderung, die schwerlich jemals erfüllt werden wird), so kann Chemie nichts mehr als systematische Kunst, oder Experimentallehre, niemals aber eigentliche Wissenschaft werden, weil die Principien derselben blos empirisch sind und keine Darstellung *a priori* in der Anschauung erlauben, folglich die Grundsätze chemischer Erscheinungen ihrer Möglichkeit nach nicht im Mindesten begreiflich machen, weil sie der Anwendung der Mathematik unfähig sind.

Noch weiter aber, als selbst Chemie, muss empirische Seelenlehre jederzeit von dem Range einer eigentlich so zu nennenden Naturwissenschaft entfernt bleiben, erstlich weil Mathematik auf die Phänomene des inneren Sinnes und ihre Gesetze nicht anwendbar ist, man müsste denn allein das Gesetz der Stätigkeit in dem Abflusse der inneren Veränderungen desselben in Anschlag bringen wollen, welches aber eine Erweiterung der Erkenntniss seyn würde, die sich zu der, welche die Mathematik der Körperlehre verschafft, ungefähr so verhalten würde, wie die Lehre von den Eigenschaften der geraden Linie zur ganzen Geometrie. Denn die reine innere Anschauung, in welcher die Seelenerscheinungen construirt werden sollen, ist die Zeit, die nur eine Dimension hat. Aber auch nicht einmal als systematische Zergliederungskunst, oder Experimentallehre, kann sie der Chemie jemals nahe kommen, weil sich in ihr das Mannigfaltige der inneren Beobachtung nur durch blosse Gedankentheilung von einander absondern, nicht aber abgesondert aufbehalten und beliebig wiederum verknüpfen, noch weniger aber ein anderes denkendes Subject sich unseren Versuchen der Absicht angemessen von uns unterwerfen lässt, und selbst die Beobachtung an sich schon den Zustand des beobachteten Gegenstandes alterirt und verstellt. Sie kann daher niemals etwas mehr als eine historische, und, als solche, so

viel möglich systematische Naturlehre des inneren Sinnes, d. i. eine Naturbeschreibung der Seele, aber nicht Seelenwissenschaft, ja nicht einmal psychologische Experimentallehre werden; welches denn auch die Ursache ist, weswegen wir uns zum Titel dieses Werks, welches eigentlich die Grundsätze der Körperlehre enthält, dem gewöhnlichen Gebrauche gemäss des allgemeinen Namens der Naturwissenschaft bedient haben, weil ihr diese Benennung im eigentlichen Sinne allein zukommt und also hierdurch keine Zweideutigkeit veranlasst wird,

Damit aber die Anwendung der Mathematik auf die Körperlehre, die durch sie allein Naturwissenschaft werden kann, möglich werde, so müssen Principien der Construction der Begriffe, welche zur Möglichkeit der Materie überhaupt gehören, vorangeschickt werden; mithin wird eine vollständige Zergliederung des Begriffs von einer Materie überhaupt zum Grunde gelegt werden müssen, welches ein Geschäft der reinen Philosophie ist, die zu dieser Absicht sich keiner besonderen Erfahrungen, sondern nur Dessen, was sie im abgesonderten (ob zwar an sich empirischen) Begriffe selbst antrifft, in Beziehung auf die reinen Anschauungen im Raume und der Zeit (nach Gesetzen, welche schon dem Begriffe der Natur überhaupt wesentlich anhängen) bedient, mithin eine wirkliche Metaphysik der körperlichen Natur ist.

Alle Naturphilosophen, welche in ihrem Geschäfte mathematisch verfahren wollten, haben sich daher jederzeit (obschon sich selbst unbewusst) metaphysischer Principien bedient und bedienen müssen, wenn sie sich gleich sonst wider allen Anspruch der Metaphysik auf ihre Wissenschaft feierlich verwahrten. Ohne Zweifel verstanden sie unter der letzteren den Wahn, sich Möglichkeiten nach Belieben auszudenken und mit Begriffen zu spielen, die sich in der Anschauung vielleicht gar nicht darstellen lassen, und keine andere Beglaubigung ihrer objectiven Realität haben, als dass sie blos mit sich selbst nicht im Widerspruche stehen. Alle wahre Metaphysik ist aus dem

Wesen des Denkungsvermögens selbst genommen, und keineswegs darum erdichtet, weil sie nicht von der Erfahrung entlehnt ist, sondern enthält die reinen Handlungen des Denkens, mithin Begriffe und Grundsätze *a priori*, welche das Mannigfaltige empirischer Vorstellungen allererst in die gesetzmässige Verbindung bringt, dadurch es empirisches **Erkenntniss**, d. i. Erfahrung, werden kann. So konnten also jene mathematischen Physiker metaphysischer Principien gar nicht entbehren, und unter diesen auch nicht solcher, welche den Begriff ihres eigentlichen Gegenstandes, nämlich der Materie, *a priori* zur Anwendung auf äussere Erfahrung tauglich machen, als des Begriffs der Bewegung, der Erfüllung des Raums, der Trägheit u. s. w. Darüber aber blos empirische Grundsätze gelten zu lassen, hielten sie mit Recht der apodiktischen Gewissheit, die sie ihren Naturgesetzen geben wollten, gar nicht gemäss, daher sie solche lieber postulirten, ohne nach ihren Quellen *a priori* zu forschen.

Es ist aber von der grössten Wichtigkeit, zum Vortheil der Wissenschaften ungleichartige Principien von einander zu scheiden, jede in ein besonderes System zu bringen, damit sie eine Wissenschaft ihrer eigenen Art ausmachen, um dadurch die Ungewissheit zu verhüten, die aus der Vermengung entspringt, da man nicht wohl unterscheiden kann, welcher von beiden theils die Schranken, theils auch die Verirrungen, die sich im Gebrauche derselben zutragen möchten, beizumessen seyn dürften. Um deswillen habe ich für nöthig gehalten, von dem reinen Theile der Naturwissenschaft *(physica generalis)*, wo metaphysische und mathematische Constructionen durch einander zu laufen pflegen, die erstere, und mit ihnen zugleich die Principien der Construction dieser Begriffe, also der Möglichkeit einer mathematischen Naturlehre selbst, in einem System darzustellen. Diese Absonderung hat, ausser dem schon erwähnten Nutzen, den sie schafft, noch einen besonderen Reiz, den die Einheit der Erkenntniss bei sich führt, wenn man verhütet, dass die Grenzen der

Wissenschaften in einander laufen, sondern ihre gehörig abgetheilten Felder einnehmen.

Es kann noch zu einem zweiten Anpreisungsgrunde dieses Verfahrens dienen: dass in Allem, was Metaphysik heisst, die absolute Vollständigkeit der Wissenschaften gehofft werden kann, dergleichen man sich in keiner anderen Art von Erkenntnissen versprechen darf, mithin eben so, wie in der Metaphysik der Natur überhaupt, also auch hier die Vollständigkeit der Metaphysik der körperlichen Natur zuversichtlich erwartet werden kann; wovon die Ursache ist, dass in der Metaphysik der Gegenstand nur, wie er blos nach den allgemeinen Gesetzen des Denkens, in andern Wissenschaften aber, wie er nach *datis* der Anschauung (der reinen sowohl, als empirischen) vorgestellt werden muss, betrachtet wird, da denn jene, weil der Gegenstand in ihr jederzeit mit allen nothwendigen Gesetzen des Denkens verglichen werden muss, eine bestimmte Zahl von Erkenntnissen geben muss, die sich völlig erschöpfen lässt, diese aber, weil sie eine unendliche Mannigfaltigkeit von Anschauungen (reinen oder empirischen), mithin Objecte des Denkens darbieten, niemals zur absoluten Vollständigkeit gelangen, sondern ins Unendliche erweitert werden können; wie reine Mathematik und empirische Naturlehre. Auch glaube ich, diese metaphysische Körperlehre so weit, als sie sich immer nur erstreckt, vollständig erschöpft, dadurch aber doch eben kein grosses Werk zu Stande gebracht zu haben.

Das Schema aber zur Vollständigkeit eines metaphysischen Systems, es sey der Natur überhaupt, oder der körperlichen Natur insbesondere, ist die Tafel der Kategorien *. Denn mehr giebt es nicht reine Verstandesbe-

* Nicht wider diese Tafel der reinen Verstandesbegriffe, sondern die daraus gezogenen Schlüsse auf die Grenzbestimmung des ganzen reinen Vernunftvermögens, mithin auch aller Metaphysik, finde ich in der Allgem. Lit. Zeit. Nr. 295, in der Recension der *Institutiones Logicae et Metaph.* des Herrn Prof. Ulrich Zweifel, in welchen der tiefforschende Recensent mit seinem nicht minder prüfenden Verfasser übereinzukommen sich er-

griffe, die die Natur der Dinge betreffen können. Unter die vier Classen derselben, die der Grösse, der Quali-

---

klärt, und zwar Zweifel, die, weil sie gerade das Hauptfundament meines in der Kritik aufgestellten Systems treffen sollen, Ursache wären, dass dieses in Ansehung seines Hauptzieles noch lange nicht diejenige apodiktische Überzeugung bei sich führe, welche zur Abnöthigung einer uneingeschränkten Annahme erforderlich ist; dieses Hauptfundament sey meine, theils dort, theils in den Prolegomenen, vorgetragene Deduction der reinen Verstandesbegriffe, die aber in dem Theile der Kritik, welcher gerade der helleste seyn müsste, am meisten dunkel wäre, oder wohl gar sich im Cirkel herumdrehte etc. Ich richte meine Beantwortung dieser Einwürfe nur auf den Hauptpunct derselben, dass nämlich, ohne eine ganz klare und genugthuende Deduction der Kategorien, das System der Kritik der reinen Vernunft in seinem Fundament wanke. Dagegen behaupte ich, dass für Denjenigen, der meine Sätze von der Sinnlichkeit aller unserer Anschauung und der Zulänglichkeit der Tafel der Kategorien, als von den logischen Functionen in Urtheilen überhaupt entlehnter Bestimmungen unseres Bewusstseyns unterschreibt (wie dieses denn der Recensent thut), das System der Kritik apodiktische Gewissheit bei sich führen müsse, weil dieses auf dem Satze erbaut ist: dass der ganze speculative Gebrauch unserer Vernunft niemals weiter, als auf Gegenstände möglicher Erfahrung, reiche. Denn, wenn bewiesen werden kann, dass die Kategorien, deren sich die Vernunft in allem ihrem Erkenntniss bedienen muss, gar keinen anderen Gebrauch, als blos in Beziehung auf Gegenstände der Erfahrung haben können (dadurch dass sie in dieser blos die Form des Denkens möglich machen), so ist die Beantwortung der Frage, wie sie solche möglich machen, zwar wichtig genug, um diese Deduction, wo möglich, zu vollenden, aber in Beziehung auf den Hauptzweck des Systems, nämlich die Grenzbestimmung der reinen Vernunft, keineswegs nothwendig, sondern blos verdienstlich. Denn in dieser Absicht ist die Deduction schon alsdann weit genug geführt, wenn sie zeigt, dass gedachte Kategorien nichts anders, als blosse Formen der Urtheile sind, so ferne sie auf Anschauungen (die bei uns immer nur sinnlich sind) angewandt werden, dadurch aber allererst Objecte bekommen und Erkenntnisse werden; weil dieses schon hinreicht, das ganze System der eigentlichen Kritik darauf mit völliger Sicherheit zu gründen. So steht Newton's System der allgemeinen Gravitäten fest, ob es gleich die Schwierigkeit bei sich führt, dass man nicht erklären kann, wie Anziehung in die Ferne möglich sey; aber Schwierigkeiten sind nicht Zweifel. Dass nun jenes Hauptfundament auch ohne vollständige Deduction der Kategorien fest stehe, beweise ich aus dem Zugestandenen also:

tät, der Relation und endlich der Modalität, müssen sich auch alle Bestimmungen des allgemeinen Begriffs ei-

---

1. Zugestanden: dass die Tafel der Kategorien alle reinen Verstandesbegriffe vollständig enthalte und eben so alle formalen Verstandeshandlungen in Urtheilen, von welchen sie abgeleitet und auch in nichts unterschieden sind, als dass durch den Verstandesbegriff ein Object in Ansehung einer oder der andern Function der Urtheile als bestimmt gedacht wird (z. B. so wird in dem kategorischen Urtheile, der Stein ist hart, der Stein für Subject und hart als Prädicat gebraucht, so doch, dass es dem Verstande unbenommen bleibt, die logische Function dieser Begriffe umzutauschen und zu sagen: einiges Harte ist ein Stein; dagegen, wenn ich es mir im Objecte als bestimmt vorstelle, dass der Stein in jeder möglichen Bestimmung eines Gegenstandes, nicht des blossen Begriffs, nur als Subject, die Härte aber nur als Prädicat gedacht werden müsse, dieselben logischen Functionen nun reine Verstandesbegriffe von Objecten, nämlich als Substanz und Accidens, werden);

2. zugestanden: dass der Verstand durch seine Natur synthetische Grundsätze *a priori* bei sich führe, durch die er alle Gegenstände, die ihm gegeben werden mögen, jenen Kategorien unterwirft, mithin es auch Anschauungen *a priori* geben müsse, welche die zur Anwendung jener reinen Verstandesbegriffe erforderlichen Bedingungen enthalten, weil ohne Anschauung kein Object, in Ansehung dessen die logische Function als Kategorie bestimmt werden könne, mithin auch keine Erkenntniss irgend eines Gegenstandes, und also auch ohne reine Anschauung kein Grundsatz, der sie *a priori* in dieser Absicht bestimmte, stattfindet;

3. zugestanden: dass diese reinen Anschauungen niemals etwas anders, als blosse Formen der Erscheinungen äusseren oder des inneren Sinnes (Raum und Zeit); folglich nur allein der Gegenstände möglicher Erfahrungen seyn können:

So folgt: dass aller Gebrauch der reinen Vernunft niemals worauf anders, als auf Gegenstände der Erfahrung gehen könne, und, weil in Grundsätzen *a priori* nichts Empirisches die Bedingung seyn kann, sie nichts weiter als Principien der Möglichkeit der Erfahrung überhaupt seyn können. Dieses allein ist das wahre und hinlängliche Fundament der Grenzbestimmung der reinen Vernunft, aber nicht die Auflösung der Aufgabe: wie nun Erfahrung vermittelst jener Kategorien und nur allein durch dieselbe möglich sey? Die letztere Aufgabe, obgleich auch ohne sie das Gebäude feststeht, hat indessen grosse Wichtigkeit, und, wie ich es jetzt einsehe, eben so grosse Leichtigkeit, da sie beinahe durch einen einzigen Schluss aus der genau bestimmten Definition eines Urtheils überhaupt (einer Handlung, durch die gegebene Vorstellungen zuerst Erkenntnisse eines Objects werden) verrichtet werden kann. Die

ner Materie überhaupt, mithin auch Alles, was *a priori* von ihr gedacht, was in der mathematischen Construction dargestellt, oder in der Erfahrung, als bestimmter Gegenstand derselben, gegeben werden mag, bringen lassen. Mehr ist hier nicht zu thun, zu entdecken oder hinzuzusetzen, sondern allenfalls, wo in der Deutlichkeit oder Gründlichkeit gefehlt seyn möchte, es besser zu machen.

Der Begriff der Materie musste daher durch alle vier genannte Functionen der Verstandesbegriffe (in vier Hauptstücken) durchgeführt werden, in deren jedem eine neue Bestimmung desselben hinzukam. Die Grundbestimmung

---

Dunkelheit, die in diesem Theile der Deduction meinen vorigen Verhandlungen anhängt, und die ich nicht in Abrede ziehe, ist dem gewöhnlichen Schicksale des Verstandes im Nachforschen beizumessen, dem der kürzeste Weg gemeiniglich nicht der erste ist, den er gewahr wird. Daher ich die nächste Gelegenheit ergreifen werde, diesen Mangel (welcher auch nur die Art der Darstellung, nicht den dort schon richtig angegebenen Erklärungsgrund, betrifft) zu ergänzen, ohne dass der scharfsinnige Recensent in die ihm gewiss selbst unangenehm fallende Nothwendigkeit versetzt werden darf, wegen der befremdlichen Einstimmung der Erscheinungen zu den Verstandesgesetzen, ob diese gleich von jenen ganz verschiedene Quellen haben, zu einer prästabilirten Harmonie seine Zuflucht zu nehmen; einem Rettungsmittel, welches weit schlimmer wäre, als das Übel, dawider es helfen soll, und das dagegen doch wirklich nichts helfen kann. Denn auf diese kommt doch jene objective Nothwendigkeit nicht heraus, welche die reinen Verstandesbegriffe (und die Grundsätze ihrer Anwendung auf Erscheinungen) charakterisirt, z. B. in dem Begriffe der Ursache in Verknüpfung mit der Wirkung, sondern Alles bleibt blos subjectivnothwendige, objectiv aber blos zufällige Zusammenstellung, gerade wie es Hume will, wenn er sie blosse Täuschung aus Gewohnheit nennt. Auch kann kein System in der Welt diese Nothwendigkeit wo anders herleiten, als aus den *a priori* zum Grunde liegenden Principien der Möglichkeit des Denkens selbst, wodurch allein die Erkenntniss der Objecte, deren Erscheinung uns gegeben ist, d. i. Erfahrung, möglich wird, und gesetzt, die Art, wie Erfahrung dadurch allererst möglich werde, könnte niemals hinreichend erklärt werden, so bleibt es doch unwidersprechlich gewiss, dass sie blos durch jene Begriffe möglich, und jene Begriffe umgekehrt auch in keiner anderen Beziehung, als auf Gegenstände der Erfahrung, einer Bedeutung und irgend eines Gebrauchs fähig sind.

eines Etwas, das ein Gegenstand äusserer Sinne seyn soll, musste Bewegung seyn; denn dadurch allein können diese Sinne afficirt werden. Auf diese führt auch der Verstand alle übrigen Prädicate der Materie, die zu ihrer Natur gehören, zurück, und so ist die Naturwissenschaft durchgängig eine entweder reine oder angewandte Bewegungslehre. Die metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft sind also unter vier Hauptstücke zu bringen, deren **erstes** die Bewegung als ein reines Quantum, nach seiner Zusammensetzung, ohne alle Qualität des Beweglichen, betrachtet und **Phoronomie** genannt werden kann; das **zweite** sie als zur Qualität der Materie gehörig, unter dem Namen einer ursprünglich bewegenden Kraft, in Erwägung zieht und daher **Dynamik** heisst; das **dritte** die Materie mit dieser Qualität durch ihre eigene Bewegung gegen einander in Relation betrachtet und unter dem Namen **Mechanik** vorkommt; das **vierte** aber ihre Bewegung oder Ruhe blos in Beziehung auf die Vorstellungsart, oder **Modalität**, mithin als Erscheinung äusserer Sinne, bestimmt und **Phänomenologie** genannt wird.

Aber ausser jener inneren Nothwendigkeit, die metaphysischen Anfangsgründe der Körperlehre nicht allein von der Physik, welche empirische Principien braucht, sondern selbst von den rationalen Prämissen derselben, die den Gebrauch der Mathematik in ihr betreffen, abzusondern, ist noch ein äusserer, zwar nur zufälliger, aber gleichwohl wichtiger Grund da, ihre ausführliche Bearbeitung von dem allgemeinen System der Metaphysik abzutrennen, und sie als ein besonderes Ganze systematisch darzustellen. Denn wenn es erlaubt ist, die Grenzen einer Wissenschaft nicht blos nach der Beschaffenheit des Objects und der specifischen Erkenntnissart desselben, sondern auch nach dem Zwecke, den man mit der Wissenschaft selbst zum anderweitigen Gebrauche vor Augen hat, zu zeichnen, und findet, dass Metaphysik so viel Köpfe bisher nicht darum beschäftigt hat und sie ferner beschäfti-

gen wird, um Naturkenntnisse dadurch zu erweitern (welches viel leichter und sicherer durch Beobachtung, Experiment und Anwendung der Mathematik auf äussere Erscheinungen geschieht), sondern um zur Erkenntniss Dessen, was gänzlich über alle Grenzen der Erfahrung hinausliegt, von Gott, Freiheit und Unsterblichkeit zu gelangen; so gewinnt man in Beförderung dieser Absicht, wenn man sie von einem zwar aus ihrer Wurzel sprossenden, aber doch ihrem regelmässigen Wuchse nur hinderlichen, Sprösslinge befreit, diesen besonders pflanzt, ohne dennoch dessen Abstammung aus jener zu verkennen und sein völliges Gewächs aus dem System der allgemeinen Metaphysik wegzulassen. Dieses thut der Vollständigkeit der letzteren keinen Abbruch und erleichtert doch den gleichförmigen Gang dieser Wissenschaft zu ihrem Zwecke, wenn man in allen Fällen, wo man der allgemeinen Körperlehre bedarf, sich nur auf das abgesonderte System derselben berufen darf, ohne jenes grössere mit diesem anzuschwellen. Es ist auch in der That sehr merkwürdig (kann aber hier nicht ausführlich vor Augen gelegt werden), dass die allgemeine Metaphysik in allen Fällen, wo sie Beispiele (Anschauungen) bedarf, um ihren reinen Verstandesbegriffen Bedeutung zu verschaffen, diese jederzeit aus der allgemeinen Körperlehre, mithin von der Form und den Principien der äusseren Anschauung hernehmen müsse, und, wenn diese nicht vollendet daliegen, unter lauter sinnleeren Begriffen unstät und schwankend herumtappe. Daher die bekannten Streitigkeiten, wenigstens die Dunkelheit in den Fragen: über die Möglichkeit eines Widerstreites der Realitäten, die der intensiven Grösse u. a. m., bei welchen der Verstand nur durch Beispiele aus der körperlichen Natur belehrt wird, welches die Bedingungen sind, unter denen jene Begriffe allein objective Realität, d. i. Bedeutung und Wahrheit haben können. Und so thut eine abgesonderte Metaphysik der körperlichen Natur der allgemeinen vortreffliche und unentbehrliche Dienste, indem sie Beispiele (Fälle *in concreto*) herbeischafft, die Begriffe

und Lehrsätze der letzteren (eigentlich der Transscendentalphilosophie) zu realisiren, d. i. einer blossen Gedankenform Sinn und Bedeutung unterzulegen.

Ich habe in dieser Abhandlung die mathematische Methode, wenn gleich nicht mit aller Strenge befolgt (wozu mehr Zeit erforderlich gewesen wären, als ich darauf zu verwenden hätte), dennoch nachgeahmt, nicht, um ihr durch ein Gepränge von Gründlichkeit besseren Eingang zu verschaffen, sondern weil ich glaube, dass ein solches System deren wohl fähig sey und diese Vollkommenheit auch mit der Zeit von geschickterer Hand wohl erlangen könne, wenn, durch diesen Entwurf veranlasst, mathematische Naturforscher es nicht unwichtig finden sollten, den metaphysischen Theil, dessen sie ohnedies nicht entübrigt seyn können, in ihrer allgemeinen Physik als einen besonderen Grundtheil zu behandeln und mit der mathematischen Bewegungslehre in Vereinigung zu bringen.

Newton sagt in der Vorrede zu seinen mathem. Grundlehren der Nat. Wiss. (nachdem er angemerkt hatte, dass die Geometrie von den mechanischen Handgriffen, die sie postulirt, nur zweier bedürfe, nämlich eine gerade Linie und einen Cirkel zu beschreiben). Die Geometrie ist stolz darauf, dass sie mit so Wenigem, was sie anderwärts hernimmt, so viel zu leisten vermag*. Von der Metaphysik könnte man dagegen sagen: sie steht bestürzt, dass sie mit so Vielem, als ihr die reine Mathematik darbietet, doch nur so wenig ausrichten kann. Indessen ist doch dieses Wenige Etwas, das selbst die Mathematik in ihrer Anwendung auf Naturwissenschaft unumgänglich braucht, die sich also, da sie hier von der Metaphysik nothwendig borgen muss, auch nicht schämen darf, sich mit ihr in Gemeinschaft sehen zu lassen.

---

* Gloriatur Geometria, quod tam paucis principiis aliunde petitis tam multa praestet. *Newton Princ. Phil. Nat. Math. Praefat.*

Erstes Hauptstück.

Metaphysische Anfangsgründe der Phoronomie.

Erklärung 1.

Materie ist das Bewegliche im Raume. Der Raum, der selbst beweglich ist, heisst der materielle, oder auch der relative Raum; der, in welchem alle Bewegung zuletzt gedacht werden muss (der mithin selbst schlechterdings unbeweglich ist), heisst der reine, oder auch absolute Raum.

Anmerkung 1.

Da in der Phoronomie von nichts als Bewegung geredet werden soll, so wird dem Subject derselben, nämlich der Materie, hier keine andere Eigenschaft beigelegt, als die Beweglichkeit. Sie selbst kann also so lange auch für einen Punct gelten, und man abstrahirt in der Phoronomie von aller innern Beschaffenheit, mithin auch der Grösse des Beweglichen, und hat es nur mit der Bewegung und Dem, was in dieser als Grösse betrachtet werden kann (Geschwindigkeit und Richtung), zu thun. — Wenn gleichwohl der Ausdruck eines Körpers hier

bisweilen gebraucht werden sollte, so geschieht es nur, um die Anwendung der Principien der Phoronomie auf die noch folgenden bestimmteren Begriffe der Materie gewissermaassen zu anticipiren, damit der Vortrag weniger abstract und fasslicher sey.

Anmerkung 2.

Wenn ich den Begriff der Materie nicht durch ein Prädicat, das ihr selbst als Object zukommt, sondern nur durch das Verhältniss zum Erkenntnissvermögen, in welchem mir die Vorstellung allererst gegeben werden kann, erklären soll, so ist Materie ein jeder Gegenstand äusserer Sinne, und dieses wäre die blos metaphysische Erklärung derselben. Der Raum aber wäre blos die Form aller äusseren sinnlichen Anschauung (ob eben dieselbe auch dem äusseren Object, das wir Materie nennen, an sich selbst zukomme, oder nur in der Beschaffenheit unseres Sinnes bleibe, davon ist hier gar nicht die Frage). Die Materie wäre im Gegensatz der Form das, was in der äusseren Anschauung ein Gegenstand der Empfindung ist, folglich das eigentlich Empirische der sinnlichen und äusseren Anschauung, weil es gar nicht *a priori* gegeben werden kann. In aller Erfahrung muss etwas empfunden werden, und das ist das Reale der sinnlichen Anschauung, folglich muss auch der Raum, in welchem wir über die Bewegungen Erfahrung anstellen sollen, empfindbar, d. i. durch Das, was empfunden werden kann, bezeichnet seyn, und dieser, als der Inbegriff aller Gegenstände der Erfahrung und selbst ein Object derselben, heisst der empirische Raum. Dieser aber, als materiell, ist selbst beweglich. Ein beweglicher Raum aber, wenn seine Bewegung soll wahrgenommen werden können, setzt wiederum einen anderen erweiterten materiellen Raum voraus, in welchem er beweglich ist, dieser eben sowohl einen andern, und so forthin ins Unendliche.

Also ist alle Bewegung, die ein Gegenstand der Erfahrung ist, blos relativ; der Raum, in dem sie wahrgenommen wird,

ist ein relativer Raum, der selbst wiederum, und vielleicht in entgegengesetzter Richtung, in einem erweiterten Raume bewegt, mithin auch die in Beziehung auf den erstern bewegte Materie in Verhältniss auf den zweiten Raum ruhig genannt werden kann, und diese Abänderungen des Begriffs der Bewegungen gehen mit der Veränderung des relativen Raums so ins Unendliche fort. Einen absoluten Raum, d. i. einen solchen, der, weil er nicht materiell ist, auch kein Gegenstand der Erfahrung seyn kann, als für sich gegeben annehmen, heisst Etwas, das weder an sich, noch in seinen Folgen (der Bewegung im absoluten Raum) wahrgenommen werden kann, um der Möglichkeit der Erfahrung willen annehmen, die doch jederzeit ohne ihn angestellt werden muss. Der absolute Raum ist also an sich nichts und gar kein Object, sondern bedeutet nur einen jeden andern relativen Raum, den ich mir ausser dem gegebenen jederzeit denken kann, und den ich nur über jeden gegebenen ins Unendliche hinausrücke, als einen solchen, der diesen einschliesst und in welchem ich den ersteren als bewegt annehmen kann. Weil ich den erweiterten, obgleich immer noch materiellen, Raum nur in Gedanken habe und mir von der Materie, die ihn bezeichnet, nichts bekannt ist, so abstrahire ich von dieser, und er wird daher wie ein reiner, nicht empirischer und absoluter Raum vorgestellt, mit dem ich jeden empirischen vergleichen und diesen in ihm als beweglich vorstellen kann, der also jederzeit als unbeweglich gilt. Ihn zum wirklichen Dinge zu machen, heisst die logische Allgemeinheit irgend eines Raums, mit dem ich jeden empirischen als darin eingeschlossen vergleichen kann, in eine physische Allgemeinheit des wirklichen Umfanges verwechseln, und die Vernunft in ihrer Idee missverstehen.

Schliesslich merke ich noch an, dass, da die Beweglichkeit eines Gegenstandes im Raum *a priori* und ohne Belehrung durch Erfahrung nicht erkannt werden kann, sie von mir eben darum in der Kritik der r. V. auch nicht unter die reinen Verstandesbegriffe gezählt werden konnte, und dass dieser Begriff, als empirisch, nur in einer Naturwissenschaft, als angewandter Metaphysik, welche sich mit einem durch Erfah-

rung gegebenen Begriffe, obwohl nach Principien *a priori*, beschäftigt, Platz finden könne.

Erklärung 2.

Bewegung eines Dinges ist die Veränderung der äusseren Verhältnisse desselben zu einem gegebenen Raum.

Anmerkung 1.

Vorher habe ich dem Begriffe der Materie schon den Begriff der Bewegung zum Grunde gelegt. Denn, da ich denselben selbst unabhängig vom Begriffe der Ausdehnung bestimmen wollte, und die Materie also auch in einem Puncte betrachten könnte, so durfte ich einräumen, dass man sich daselbst der gemeinen Erklärung der Bewegung als Veränderung des Orts bediente. Jetzt, da der Begriff einer Materie allgemein, mithin auch auf bewegte Körper passend, erklärt werden soll, so reicht jene Definition nicht zu. Denn der Ort eines jeden Körpers ist ein Punct. Wenn man die Weite des Mondes von der Erde bestimmen will, so will man die Entfernung ihrer Orte wissen, und zu diesem Ende misst man nicht von einem beliebigen Puncte der Oberfläche, oder des Inwendigen der Erde, zu jedem beliebigen Puncte des Mondes, sondern nimmt die kürzeste Linie vom Mittelpuncte des einen zum Mittelpuncte des andern, mithin ist von jedem dieser Körper nur ein Punct, der seinen Ort ausmacht. Nun kann sich ein Körper bewegen, ohne seinen Ort zu verändern, wie die Erde, indem sie sich um ihre Achse dreht. Aber ihr Verhältniss zum äusseren Raume verändert sich hierbei doch; denn sie kehrt z. B. in 24 Stunden dem Monde ihre verschiedenen Seiten zu, woraus denn auch allerlei wandelbare Wirkungen auf der Erde erfolgen. Nur von einem beweglichen, d. i. physischen Puncte kann man sagen: Bewegung sey jederzeit Veränderung des Orts. Man könnte wider diese Erklärung erinnern:

dass die innere Bewegung, z. B. einer Gährung, nicht in ihr mit eingeschlossen sey; aber das Ding, das man bewegt nennt, muss so ferne als Einheit betrachtet werden. Die Materie, als z. B. ein Fass Bier, ist bewegt, bedeutet also etwas Anderes, als: das Bier im Fasse ist in Bewegung. Die Bewegung eines Dinges ist mit der Bewegung in diesem Dinge nicht einerlei, von der ersteren aber ist hier nur die Rede. Bieses Begriffs Anwendung aber auf den zweiten Fall ist nachher leicht.

Anmerkung 2.

Die Bewegungen können drehend (ohne Veränderung des Orts) oder fortschreitend, diese aber entweder den Raum erweiternd, oder auf einen gegebenen Raum eingeschränkte Bewegungen seyn. Von der ersteren Art sind die geradlinigen, oder auch krummlinigen, in sich nicht zurückkehrenden Bewegungen. Die von der zweiten sind die in sich zurückkehrenden. Die letztern sind wiederum entweder circulirende oder oscillirende, d. i. Kreis- oder schwankende Bewegungen. Die erstern legen eben denselben Raum immer in derselben Richtung, die zweiten immer wechselsweise in entgegengesetzter Richtung zurück, wie schwankende Pendeln. Zu beiden gehört noch Bebung *(motus tremulus)*, welche nicht eine fortschreitende Bewegung eines Körpers, dennoch aber eine reciprocirende Bewegung einer Materie ist, die dabei ihre Stelle im Ganzen nicht verändert, wie die Zitterungen einer geschlagenen Glocke oder die Bebungen einer durch den Schall in Bewegung gesetzten Luft. Ich thue dieser verschiedenen Arten der Bewegung blos darum in einer Phoronomie Erwähnung, weil man bei allen, die nicht fortschreitend sind, sich des Worts Geschwindigkeit gemeiniglich in anderer Bedeutung bedient, als bei den fortschreitenden, wie die folgende Anmerkung zeigt.

Anmerkung 3.

In jeder Bewegung sind Richtung und Geschwindigkeit die beiden Momente der Erwägung derselben, wenn man von

allen anderen Eigenschaften des Beweglichen abstrahirt. Ich setze hier die gewöhnliche Definition beider voraus; allein die der Richtung bedarf noch verschiedener Einschränkungen. Ein im Kreise bewegter Körper verändert seine Richtung continuirlich, so, dass er bis zu seiner Rückkehr zum Puncte, von dem er ausging, alle in einer Fläche nur mögliche Richtungen eingeschlagen ist, und doch sagt man: er bewege sich immer in derselben Richtung, z. B. der Planet von Abend gegen Morgen.

Allein, was ist hier die Seite, nach der die Bewegung gerichtet ist? eine Frage, die mit der eine Verwandtschaft hat, worauf beruht der innere Unterschied der Schnecken, die sonst ähnlich und sogar gleich, aber davon eine Species rechts, die andere links gewunden ist; oder des Windens der Schwertbohnen und des Hopfens, deren die ersteren wie ein Pfropfenzieher, oder, wie die Seeleute es ausdrücken würden, wider die Sonne, der andere mit der Sonne um ihre Stange laufen? Ein Begriff, der sich zwar construiren, aber, als Begriff, für sich durch allgemeine Merkmale und in der discursiven Erkenntnissart gar nicht deutlich machen lässt, und der in den Dingen selbst (z. B. an den seltenen Menschen, bei denen die Leicheneröffnung alle Theile nach der physiologischen Regel mit andern Menschen einstimmig, nur alle Eingeweide links oder rechts, wider die gewöhnliche Ordnung versetzt fand) keinen erdenklichen Unterschied in den innern Folgen geben kann und demnach ein wahrhafter mathematischer und zwar innerer Unterschied ist, womit der, von dem Unterschiede zweier sonst in allen Stücken gleichen, der Richtung nach aber verschiedenen Kreisbewegungen, obgleich nicht völlig einerlei, dennoch aber zusammenhängend ist. Ich habe anderswo gezeigt, dass, da sich dieser Unterschied zwar in der Anschauung geben, aber gar nicht auf deutliche Begriffe bringen, mithin nicht verständlich erklären *(dari, non intelligi)* lässt, er einen guten bestätigenden Beweisgrund zu dem Satze abgebe: dass der Raum überhaupt nicht zu den Eigenschaften oder Verhältnissen der Dinge an sich selbst, die sich nothwendig auf objective Begriffe müssten bringen lassen, sondern blos zu der subjectiven Form unserer sinnlichen Anschauung von Dingen

oder Verhältnissen, die uns, nach Dem, was sie an sich seyn mögen, völlig unbekannt bleiben, gehöre. Doch dies ist eine Abschweifung von unserem jetzigen Geschäft, in welchem wir den Raum ganz nothwendig als Eigenschaft der Dinge, die wir in Betrachtung ziehen, nämlich körperlicher Wesen, behandeln müssen, weil diese selbst nur Erscheinungen äusserer Sinne sind und nur als solche hier erklärt zu werden bedürfen. Was den Begriff der Geschwindigkeit betrifft, so bekommt dieser Ausdruck im Gebrauche auch bisweilen eine abweichende Bedeutung. Wir sagen: die Erde dreht sich geschwinder um ihre Achse als die Sonne, weil sie es in kürzerer Zeit thut; obgleich die Bewegung der letzteren viel geschwinder ist. Der Blutumlauf eines kleinen Vogels ist viel geschwinder, als der eines Menschen, obgleich seine strömende Bewegung im ersteren ohne Zweifel weniger Geschwindigkeit hat, und so auch bei den Bebungen elastischer Materien. Die Kürze der Zeit der Wiederkehr, es sey der circulirenden oder oscillirenden Bewegung, macht den Grund dieses Gebrauchs aus, an welchem, wenn sonst nur die Missdeutung vermieden wird, man auch nicht unrecht thut. Denn diese blosse Vergrösserung der Eile in der Wiederkehr, ohne Vergrösserung der räumlichen Geschwindigkeit, hat ihre eigenen und sehr erheblichen Wirkungen in der Natur, worauf in dem Cirkellauf der Säfte der Thiere vielleicht noch nicht genug Rücksicht genommen worden. In der Phoronomie brauchen wir das Wort Geschwindigkeit blos in räumlicher Bedeutung $C = \frac{S}{T}$.

Erklärung 3.

Ruhe ist die beharrliche Gegenwart *(praesentia perdurabilis)* an demselben Orte; beharrlich aber ist Das, was eine Zeit hindurch existirt, d. i. dauert.

Anmerkung.

Ein Körper, der in Bewegung ist, ist in jedem Puncte der Linie, die er durchläuft, einen Augenblick. Es fragt sich nun,

ob er darin ruhe, oder sich bewege? Ohne Zweifel wird man das Letztere sagen; denn er ist in diesem Puncte nur so ferne, als er sich bewegt, gegenwärtig. Man nehme aber die Bewegung desselben so an: *A* 0——0 *B* . . *o*, *a* dass der Körper mit gleichförmiger Geschwindigkeit die Linie *AB* vorwärts und rückwärts von *B* nach *A* zurücklege, so dass, weil der Augenblick, da er in *B* ist, beiden Bewegungen gemein ist, die Bewegung von *A* nach *B* in $\frac{1}{2}$ Sec., die von *B* nach *A* aber auch in $\frac{1}{2}$ Sec., beide zusammen aber in einer ganzen Secunde zurückgelegt worden, so dass auch nicht der kleinste Theil der Zeit auf die Gegenwart des Körpers in *B* aufgewandt worden: so wird, ohne den mindesten Zuwachs dieser Bewegungen, die letztere, die in der Richtung *BA* geschah, in die nach der Richtung *Ba*, welches mit *AB* in einer geraden Linie liegt, verwandelt werden können, wo denn der Körper, indem er in *B* ist, darin nicht als ruhig, sondern als bewegt angesehen werden muss. Er musste daher auch in der ersteren in sich selbst wiederkehrenden Bewegung in dem Puncte *B* als bewegt angesehen werden, welches aber unmöglich ist, weil, nach Dem, was angenommen worden, es nur ein Augenblick ist, der zur Bewegung *AB* und zugleich zur gleichen Bewegung *BA* gehört, die der vorigen entgegengesetzt und mit ihr in einem und demselben Augenblicke verbunden ist, völligen Mangel der Bewegung, folglich, wenn dieser den Begriff der Ruhe ausmachte, auch in der gleichförmigen Bewegung *Aa* Ruhe des Körpers in jedem Puncte, z. B. in *B*, beweisen müsste, welches der obigen Behauptung widerspricht. Man stelle sich dagegen die Linie *AB* als über den Punct *A* aufgerichtet vor, so, dass ein Körper von *A* nach *B* steigend, nachdem er durch die Schwere im Puncte *B* seine Bewegung verloren hat, von *B* nach *A* eben so wiederum zurückfalle; so frage ich, ob der Körper in *B* als bewegt, oder als ruhig angesehen werden könne? Ohne Zweifel wird man sagen, als ruhig: weil ihm alle vorherige Bewegung genommen worden, nachdem er diesen Punct erreicht hat, und hernach eine gleichmässige Bewegung zurück allererst folgen soll, folglich noch nicht da ist;

der Mangel aber der Bewegung, wird man hinzusetzen, ist Ruhe. Aber in dem ersteren Falle einer angenommenen gleichförmigen Bewegung konnte die Bewegung *BA* auch nicht anders eintreten, als dadurch, dass vorher die Bewegung *AB* aufgehört hatte und die von *B* nach *A* noch nicht war, folglich, dass in *B* ein Mangel aller Bewegung, und, nach der gewöhnlichen Erklärung, Ruhe müsste angenommen werden, aber man durfte sie doch nicht annehmen, weil, bei einer gegebenen Geschwindigkeit, kein Körper in einem Puncte seiner gleichförmigen Bewegung als ruhend gedacht werden muss. Worauf beruht denn im zweiten Falle die Anmaassung des Begriffs der Ruhe, da doch dieses Steigen und Fallen gleichfalls nur durch einen Augenblick von einander getrennt wird? Der Grund davon liegt darin, dass die letztere Bewegung nicht als gleichförmig mit gegebener Geschwindigkeit gedacht wird, sondern zuerst als gleichförmig verzögert und hernach als gleichförmig beschleunigt, so doch, dass die Geschwindigkeit im Puncte *B* nicht gänzlich, sondern nur bis zu einem Grad, der kleiner ist, als jede nur anzugebende Geschwindigkeit, mit welcher, wenn, anstatt zurückzufallen, die Linie seines Falles *BA* in die Richtung *Ba* gestellt, mithin der Körper immer noch als steigend betrachtet würde, er, als mit einem blossen Moment der Geschwindigkeit (der Widerstand der Schwere wird alsdann bei Seite gesetzt), in jeder noch so grossen anzugebenden Zeit gleichförmig doch nur einen Raum, der kleiner ist, als jeder anzugebende Raum, zurücklegen, mithin seinen Ort (für irgend eine mögliche Erfahrung) in alle Ewigkeit gar nicht verändern würde. Folglich wird er in den Zustand einer dauernden Gegenwart an demselben Orte, d. i. der Ruhe, versetzt, ob sie gleich wegen der continuirlichen Einwirkung der Schwere, d. i. der Veränderung dieses Zustandes, sofort aufgehoben wird. In einem beharrlichen Zustande seyn und darin beharren (wenn nichts Anderes ihn verrückt) sind zwni verschiedene Begriffe, deren einer dem anderen keinen Abbruch thut. Also kann die Ruhe nicht durch den Mangel der Bewegung, der sich, als = 0, gar nicht construiren lässt; sondern muss durch die beharrliche Gegenwart an demselben Orte erklärt werden,

da denn dieser Begriff auch durch die Vorstellung einer Bewegung mit unendlich kleiner Geschwindigkeit, eine endliche Zeit hindurch construirt, mithin zu nachheriger Anwendung der Mathematik auf Naturwissenschaft benutzt werden kann.

Erklärung 4.

Den Begriff einer zusammengesetzten Bewegung **construiren**, heisst eine Bewegung, so ferne sie aus zwei oder mehreren gegebenen in einem Beweglichen vereinigt entspringt, *a priori* in der Anschauung darstellen.

Anmerkung.

Zur Construction der Begriffe wird erfordert, dass die Bedingung ihrer Darstellung nicht von der Erfahrung entlehnt sey, also auch nicht gewisse Kräfte voraussetze, deren Existenz nur von der Erfahrung abgeleitet werden kann, oder überhaupt, dass die Bedingung der Construction nicht selbst ein Begriff seyn müsse, der gar nicht *a priori* in der Anschauung gegeben werden kann, wie z. B. der von Ursache und Wirkung, Handlung und Widerstand etc. Hier ist nun vorzüglich zu bemerken: dass Phoronomie durchaus zuerst Construction der Bewegungen überhaupt als Grössen, und, da sie die Materie blos als etwas Bewegliches, mithin an welchem gar auf keine Grösse derselben Rücksicht genommen wird, zum Gegenstande hat, diese Bewegungen allein als Grössen, sowohl ihrer Geschwindigkeit als Richtung nach, und zwar ihrer Zusammensetzung nach *a priori* zu bestimmen habe. Denn so viel muss gänzlich *a priori* und zwar anschauend zum Behuf der angewandten Mathematik ausgemacht werden. Denn die Regeln der Verknüpfung der Bewegungen durch physische Ursachen, d. i. Kräfte, lassen sich, ehe die Grundsätze ihrer Zusammensetzung überhaupt vorher rein mathematisch zum Grunde gelegt worden, niemals gründlich vortragen.

Grundsatz 1.

Eine jede Bewegung, als Gegenstand einer möglichen Erfahrung, kann nach Belieben, als Bewegung des Körpers in einem ruhigen Raume, oder als Ruhe des Körpers und dagegen Bewegung des Raumes in entgegengesetzter Richtung mit gleicher Geschwindigkeit angesehen werden.

Anmerkung.

Von der Bewegung eines Körpers eine Erfahrung zu machen, dazu wird erfordert: dass nicht allein der Körper, sondern auch der Raum, darin er sich bewegt, Gegenstände der äussern Erfahrung, mithin materiell seyen. Eine absolute Bewegung also, d. i. in Beziehung auf einen nicht materiellen Raum, ist gar keiner Erfahrung fähig und für uns also Nichts (wenn man gleich einräumen wollte, der absolute Raum sey an sich Etwas). Aber auch in aller relativen Bewegung kann der Raum selbst, weil er als materiell angenommen wird, wiederum als ruhig oder bewegt vorgestellt werden. Das Erstere geschieht, wenn mir über den Raum, in Beziehung auf welchen ich einen Körper als bewegt ansehe, kein mehr erweiterter und ihn einschliessender gegeben ist (wie wenn ich in der Cajüte eines Schiffs eine Kugel auf dem Tische bewegt sehe); das Zweite, wenn mir über diesen Raum hinaus noch ein anderer Raum, der ihn einschliesst (wie im genannten Falle das Ufer des Flusses) gegeben ist, da ich denn in Ansehung des letzteren den nächsten Raum (die Cajüte) als bewegt und den Körper selbst allenfalls als ruhig ansehen kann. Da es nun schlechterdings unmöglich ist, von einem empirisch gegebenen Raume, wie erweitert er auch sey, auszumachen, ob er nicht in Ansehung eines in einem noch grösseren Umfange ihn einschliessenden Raumes selbst wiederum bewegt sey, oder nicht, so muss es aller Erfahrung und jeder Folge aus der Erfahrung

völlig einerlei seyn, ob ich einen Körper als bewegt, oder ihn als ruhig, den Raum aber in entgegengesetzter Richtung mit gleicher Geschwindigkeit bewegt ansehen will. Noch mehr: da der absolute Raum für alle mögliche Erfahrung Nichts ist, so sind auch die Begriffe einerlei, ob ich sage: ein Körper bewegt sich in Ansehung dieses gegebenen Raumes in dieser Richtung mit dieser Geschwindigkeit, oder ob ich ihn mir als ruhig denken, und dem Raum alles dieses, aber in entgegengesetzter Richtung, beilegen will. Denn ein jeder Begriff ist mit demjenigen, von dessen Unterschiede vom ersteren gar kein Beispiel möglich ist, völlig einerlei und nur in Beziehung auf die Verknüpfung, die wir ihm im Verstande geben wollen, verschieden.

Auch sind wir gar nicht im Stande, in irgend einer Erfahrung einen festen Punct anzugeben, in Beziehung auf welchen, was Bewegung und Ruhe absolut heissen sollte, bestimmt würde; denn Alles, was uns auf die Art gegeben wird, ist materiell, also auch beweglich, und (da wir im Raume keine äusserste Grenze möglicher Erfahrung kennen) vielleicht auch wirklich bewegt, ohne dass wir diese Bewegung woran wahrnehmen können. — Von dieser Bewegung eines Körpers im empirischen Raume kann ich nun einen Theil der gegebenen Geschwindigkeit dem Körper, den andern dem Raume, aber in entgegengesetzter Richtung, geben, und die ganze mögliche Erfahrung in Ansehung der Folgen dieser zwei verbundenen Bewegungen ist völlig einerlei mit derjenigen, da ich den Körper mit der ganzen Geschwindigkeit allein bewegt, oder ihn als ruhig und den Raum mit derselben Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung bewegt denke. Ich nehme hier aber alle Bewegungen als geradlinig an. Denn was die krummlinige betrifft, da es nicht in allen Stücken einerlei ist, ob ich den Körper (z. B. die Erde in ihrer täglichen Umdrehung) als bewegt, und den umgebenden Raum (den bestirnten Himmel) als ruhig, oder diesen als bewegt und jenen als ruhig anzusehen befugt bin, davon wird in der Folge besonders gehandelt werden. In der Phoronomie also, wo ich die Bewegung eines Körpers nur mit dem Raume (auf dessen Ruhe oder Bewegung jener gar keinen Einfluss hat) in Verhältniss be-

trachte, ist es an sich ganz unbestimmt und beliebig, ob und wie viel ich Geschwindigkeit dem einen oder dem andern von der gegebenen Bewegung beilegen will; künftig in der Mechanik, da ein bewegter Körper in wirksamer Beziehung auf andere Körper im Raume seiner Bewegung betrachtet werden soll, wird dieses nicht mehr so völlig einerlei seyn, wie es an seinem Orte gezeigt werden soll.

Erklärung 5.

Die Zusammensetzung der Bewegung ist die Vorstellung der Bewegung eines Puncts als einerlei mit zwei oder mehreren Bewegungen desselben zusammen verbunden.

Anmerkung.

In der Phoronomie, da ich die Materie durch keine andere Eigenschaft als ihre Beweglichkeit kenne, mithin sie selbst nur als einen Punct betrachten darf, kann die Bewegung nur als Beschreibung eines Raums betrachtet werden, doch so, dass ich nicht blos, wie in der Geometrie, auf den Raum, der beschrieben wird, sondern auch auf die Zeit darin, mithin auf die Geschwindigkeit, womit ein Punct den Raum beschreibt, Acht habe. Phoronomie ist also die reine Grössenlehre *(Mathesis)* der Bewegungen. Der bestimmte Begriff von einer Grösse ist der Begriff der Erzeugung der Vorstellung eines Gegenstandes durch die Zusammensetzung des Gleichartigen. Da nun der Bewegung Nichts gleichartig ist, als wiederum Bewegung, so ist die Phoronomie eine Lehre der Zusammensetzung der Bewegungen eben desselben Puncts nach ihrer Richtung und Geschwindigkeit, d. i. die Vorsellung einer einzigen Bewegung, als einer solchen, die zwei und so mehrere Bewegungen zugleich in sich enthält, oder zweier Bewegungen eben desselben Puncts zugleich, so ferne sie zusammen Eine ausmachen, d. i. mit dieser einerlei sind, und nicht etwa so

ferne sie die letztere, als Ursachen ihre Wirkung, hervorbringen. Um die Bewegung zu finden, die aus der Zusammensetzung von mehreren, so viel man will, entspringt, darf man nur, wie bei aller Grössenerzeugung, zuerst diejenige suchen, die unter gegebenen Bedingungen aus zweien zusammengesetzt ist; darauf diese mit einer dritten verbunden u. s. w. Folglich lässt die Lehre der Zusammensetzung aller Bewegungen sich auf die von zweien zurückführen. Zwei Bewegungen aber eines und desselben Puncts, die zugleich an demselben angetroffen werden, können auf zweifache Weise unterschieden seyn, und als solche auf dreifache Art an ihm verbunden werden. Erstlich geschehen sie entweder in einer und derselben Linie, oder in verschiedenen Linien zugleich; die letzteren sind Bewegungen, die einen Winkel einschliessen. Die, welche in einer und derselben Linie geschehen, sind nun der Richtung nach entweder einander entgegengesetzt, oder halten einerlei Richtung. Da alle diese Bewegungen als zugleich geschehend betrachtet werden, so ergiebt sich aus dem Verhältniss der Linien, d. i. der beschriebenen Räume der Bewegung, in gleicher Zeit, sofort auch das Verhältniss der Geschwindigkeit. Also sind der Fälle drei: 1. da zwei Bewegungen (sie mögen von gleichen oder ungleichen Geschwindigkeiten seyn) in einem Körper in derselben Richtung verbunden, eine daraus zusammengesetzte Bewegung ausmachen sollen; 2. da zwei Bewegungen desselben Puncts (von gleicher oder ungleicher Geschwindigkeit) in entgegengesetzter Richtung verbunden durch ihre Zusammensetzung eine dritte Bewegung in derselben Linie ausmachen sollen; 3. da zwei Bewegungen eines Puncts, mit gleichen oder ungleichen Geschwindigkeiten, aber in verschiedenen Linien, die einen Winkel einschliessen, als zusammengesetzt betrachtet werden.

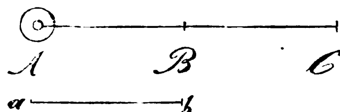
Lehrsatz 1.

Die Zusammensetzung zweier Bewegungen eines und desselben Puncts kann nur dadurch gedacht werden,

dass die eine derselben im absoluten Raume, statt der anderen aber eine mit der gleichen Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung geschehende Bewegung des relativen Raums, als mit derselben einerlei, vorgestellt wird.

Beweis.

Erster Fall. Da zwei Bewegungen in eben derselben Linie und Richtung einem und demselben Puncte zugleich zukommen.

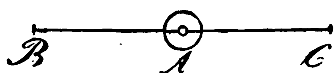


Es sollen in einer Geschwindigkeit der Bewegung zwei Geschwindigkeiten *AB* und *ab* als enthalten vorgestellt werden. Man nehme diese Geschwindigkeiten für diesmal als gleich an, so dass $AB = ab$ ist, so sage ich, sie können in einem und demselben Raum (dem absoluten oder dem relativen) an demselben Puncte nicht zugleich vorgestellt werden. Denn, weil die Linien *AB* und *ab*, welche die Geschwindigkeiten bezeichnen, eigentlich die Räume sind, welche sie in gleichen Zeiten durchlaufen, so würde die Zusammensetzung dieser Räume *AB* und $ab = BC$, mithin die Linie *AC*, als die Summe der Räume, die Summe beider Geschwindigkeiten ausdrücken müssen. Aber die Theile *AB* und *BC* stellen, jede für sich, nicht die Geschwindigkeit $= ab$ vor; denn sie werden nicht in gleicher Zeit wie *ab* zurückgelegt. Also stellt auch die doppelte Linie *AC*, die in derselben Zeit zurückgelegt wird, wie die Linie *ab*, nicht die zweifache Geschwindigkeit der letztern vor, welches doch verlangt wurde. Also lässt sich die Zusammensetzung zweier Geschwindigkeiten in einer Richtung in demselben Raume nicht anschaulich darstellen.

Dagegen, wenn der Körper *A* mit der Geschwindigkeit *AB* im absoluten Raume als bewegt vorgestellt wird,

und ich gebe überdiess dem relativen Raume eine Geschwindigkeit $ab = AB$, in entgegengesetzter Richtung $ba = CB$, so ist dieses eben Dasselbe, als ob ich die letztere Geschwindigkeit dem Körper in der Richtung AB ertheilt hätte (Grundsatz 1.). Der Körper bewegt sich aber alsdann in derselben Zeit durch die Summe der Linien AB und $BC = 2\,ab$, in welcher er die Linie $ab = AB$ allein würde zurückgelegt haben, und seine Geschwindigkeit ist doch als die Summe der zwei gleichen Geschwindigkeiten AB und ab vorgestellt, welches Das ist, was verlangt wurde.

Zweiter Fall. Da zwei Bewegungen in gerade entgegengesetzten Richtungen an einem und demselben Puncte sollen verbunden werden.



Es sey AB die eine dieser Bewegungen und AC die andere in entgegengesetzter Richtung, deren Geschwindigkeit wir hier der ersten gleich annehmen wollen: so würde der Gedanke selbst, zwei solche Bewegungen in einem und demselben Raume an eben demselben Puncte als zugleich vorzustellen, mithin der Fall einer solchen Zusammensetzung der Bewegungen selbst unmöglich seyn, welches der Voraussetzung zuwider ist.

Dagegen denkt Euch die Bewegung AB im absoluten Raume, statt der Bewegung AC aber in demselben absoluten Raume, die entgegengesetzte CA des relativen Raumes mit eben derselben Geschwindigkeit, die (nach Grundsatz 1.) der Bewegung AC völlig gleich gilt und also gänzlich an die Stelle derselben gesetzt werden kann: so lassen sich zwei gerade entgegengesetzte und gleiche Bewegungen desselben Puncts zu gleicher Zeit gar wohl darstellen. Weil nun der relative Raum mit derselben Geschwindigkeit $CA = AB$ in derselben Richtung mit dem Puncte A bewegt ist, so verändert dieser Punct, oder der in ihm befindliche Körper, in Ansehung des relativen Rau-

mes seinen Ort nicht, d. i. ein Körper, der nach zwei einander gerade entgegengesetzten Richtungen mit gleicher Geschwindigkeit bewegt wird, ruht, oder, allgemein ausgedrückt: seine Bewegung ist der Differenz der Geschwindigkeiten in der Richtung der grösseren gleich (welches sich ans dem Bewiesenen leicht folgern lässt).

Dritter Fall. Da zwei Bewegungen eben desselben Puncts, nach Richtungen, die einen Winkel einschliessen, verbunden vorgestellt werden.

Die zwei gegebenen Bewegungen sind *AB* und *AC*, deren Geschwindigkeit und Richtungen durch diese Linien, der Winkel aber, den die letzteren einschliessen, durch *BAC* ausgedrückt wird (er mag, wie hier, ein rechter, aber auch ein jeder beliebiger schiefer Winkel seyn). Wenn nun diese zwei Bewegungen zugleich in den Richtungen *AB* und *AC* und zwar in einem und demselben Raume geschehen sollen: so würden sie doch nicht in diesen beiden Linien *AB* und *AC* zugleich geschehen können, sondern nur in Linien, die diesen parallel laufen. Es würde also angenommen werden müssen, dass eine dieser Bewegungen in der anderen eine Veränderung (nämlich die Abbringung von der gegebenen Bahn) wirkte, wenn gleich beiderseits Richtungen dieselben blieben. Dieses ist aber der Voraussetzung des Lehrsatzes zuwider, welche unter dem Worte Zusammensetzung andeutet: dass beide gege-

bene Bewegungen in einer dritten enthalten, mithin mit dieser einerlei seyen, und nicht, dass, indem eine die andere verändert, sie eine dritte hervorbringen.

Dagegen nehme man die Bewegung *AC* als im absoluten Raume vor sich gehend an, anstatt der Bewegung *AB* aber die Bewegung des relativen Raumes in entgegengesetzter Richtung. Die Linie *AC* sey in drei gleiche Theile *AE*, *EF*, *FC* getheilt. Während dass nun der Körper *A* im absoluten Raume die Linie *AE* durchläuft, durchläuft der relative Raum, und mit ihm der Punct *E*, den Raum $Ee = MA$; während dass der Körper die zwei Theile zusammen $= AF$ durchläuft, beschreibt der relative Raum, und mit ihm der Punct *F*, die Linie $Ff = NA$; während dass der Körper endlich die ganze Linie *AC* durchläuft, so beschreibt der Raum, und mit ihm der Punct *C*, die Linie $Cc = BA$; welches Alles eben dasselbe ist, als ob der Körper *A* in diesen drei Zeittheilen die Linien *Em*, *Fn*, und $CD = AM$, *AN*, *AB* und in der ganzen Zeit, darin er *AC* durchläuft, die Linie $CD = AB$ durchlaufen hätte. Also ist er im letzten Augenblicke im Puncte *D* und in dieser ganzen Zeit nach und nach in allen Puncten der Diagonallinie *AD*, welche also sowohl die Richtung als Geschwindigkeit der zusammengesetzten Bewegung ausdrückt. —

Anmerkung 1.

Die geometrische Construction erfordert, dass eine Grösse mit der andern, oder zwei Grössen in der Zusammensetzung mit einer dritten einerlei seyen, nicht dass sie als Ursachen die dritte hervorbringen, welches die mechanische Construction seyn würde. Die völlige Ähnlichkeit und Gleichheit, so ferne sie nur in der Anschauung erkannt werden kann, ist die Congruenz. Alle geometrische Construction der völligen Identität beruht auf Congruenz. Diese Congruenz zweier zusammenverbundenen Bewegungen mit einer dritten (als dem

motu composito selbst) kann nun niemals statt haben, wenn jene beiden in einem und demselben Raume, z. B. dem relativen, vorgestellt werden. Daher sind alle Versuche, obigen Lehrsatz in seinen drei Fällen zu beweisen, immer nur mechanische Auflösungen gewesen, da man nämlich bewegende Ursachen durch die eine gegebene Bewegung, mit einer andern verbunden, eine dritte hervorbringen liess, nicht aber Beweise, dass jene mit dieser einerlei sind, und sich, als solche, in der reinen Anschauung *a priori* darstellen lassen.

Anmerkung 2.

Wenn z. B. eine Geschwindigkeit *AB* doppelt genannt wird, so kann darunter nichts anders verstanden werden, als dass sie aus zwei einfachen und gleichen *AB* und *BC* (siehe Fig. 1) bestehe. Erklärt man aber eine doppelte Geschwindigkeit dadurch, dass man sagt, sie sey eine Bewegung, dadurch in derselben Zeit ein doppelt so grosser Raum zurückgelegt wird, so wird hier Etwas angenommen, was sich nicht von selbst versteht, nämlich: dass sich zwei gleiche Geschwindigkeiten eben so verbinden lassen, als zwei gleiche Räume, und es ist nicht für sich klar, dass eine gegebene Geschwindigkeit aus kleinern und eine Schnelligkeit aus Langsamkeiten eben so bestehe, wie ein Raum aus kleineren; denn die Theile der Geschwindigkeit sind nicht ausserhalb einander, wie die Theile des Raumes, und wenn jene als Grösse betrachtet werden soll, so muss der Begriff ihrer Grösse, da sie intensiv ist, auf andere Art construirt werden, als der in der extensiven Grösse des Raumes. Diese Construction ist aber auf keine andere Art möglich, als durch die mittelbare Zusammensetzung zweier gleichen Bewegungen, deren eine die des Körpers, die andere des relativen Raumes in entgegengesetzter Richtung, aber eben darum mit einer ihr gleichen Bewegung des Körpers in der vorigen Richtung völlig einerlei ist. Denn in derselben Richtung lassen sich zwei gleiche Geschwindigkeiten in einem Körper gar nicht zusammensetzen, als nur durch äussere bewegende Ursachen, z. B. ein Schiff, welches den Körper

mit einer dieser Geschwindigkeiten trägt, indessen dass eine andere mit dem Schiffe unbeweglich verbundene bewegende Kraft dem Körper die zweite, der vorigen gleiche, Geschwindigkeit eindrückt; wobei doch immer vorausgesetzt werden muss: dass der Körper sich mit der ersten Geschwindigkeit in freier Bewegung erhalte, indem die zweite hinzukommt; welches ein Naturgesetz bewegender Kräfte ist, wovon gar nicht die Rede seyn kann, wenn die Frage lediglich ist, wie der Begriff der Geschwindigkeit als eine Grösse construirt werde. So viel von der Hinzuthuung der Geschwindigkeiten zu einander. Wenn aber von der Abziehung einer von der anderen die Rede ist, so lässt sich zwar diese letztere leicht denken, wenn einmal die Möglichkeit einer Geschwindigkeit als Grösse durch Hinzuthuung eingeräumt worden, aber jener Begriff lässt sich nicht so leicht construiren. Denn zu dem Ende müssen zwei entgegengesetzte Bewegungen in Einem Körper verbunden werden; aber wie soll dieses geschehen? Unmittelbar, d. i. in Ansehung eben desselben ruhenden Raumes ist es unmöglich, sich zwei gleiche Bewegungen in entgegengesetzter Richtung an demselben Körper zu denken; aber die Vorstellung der Unmöglichkeit dieser beiden Bewegungen in einem Körper ist nicht der Begriff von der Ruhe desselben, sondern der Unmöglichkeit der Construction dieser Zusammensetzung entgegengesetzter Bewegungen, die doch im Lehrsatz als möglich angenommen wird. Diese Construction ist aber nicht anders möglich, als durch die Verbindung der Bewegung des Körpers mit der Bewegung des Raums, wie gewiesen worden. Endlich, was die Zusammensetzung zweier Bewegungen, deren Richtung einen Winkel einschliesst, betrifft, so lässt sie sich an dem Körper, in Beziehung auf einen und denselben Raum, gleichfalls nicht denken, wenn man nicht gar eine derselben durch äussere continuirlich einfliessende Kraft (z. B. ein den Körper forttragendes Fahrzeug) gewirkt, die andere als sich selbst hierbei unverändert erhaltend, annimmt, oder überhaupt, man muss bewegende Kräfte und Erzeugung einer dritten Bewegung aus zwei vereinigten Kräften zum Grunde legen, welches zwar die mechanische Ausführung Dessen,

was ein Begriff enthält, aber nicht die mathematische Construction derselben ist, die nur anschaulich machen soll, was das Object (als Quantum) sey; nicht, wie es durch Natur oder Kunst, vermittelst gewisser Werkzeuge und Kräfte hervorgebracht werden könne. — Die Zusammensetzung der Bewegungen, um ihr Verhältniss zu andern als Grösse zu bestimmen, muss nach den Regeln der Congruenz geschehen, welches in allen drei Fällen nur vermittelst der Bewegung des Raums, die mit einer der zwei gegebenen Bewegungen congruirt, und dadurch beide mit der zusammengesetzten congruiren, möglich ist.

Anmerkung 3.

Phoronomie, nicht als reine Bewegungslehre, sondern blos als reine Grössenlehre der Bewegung, in welcher die Materie nach keiner Eigenschaft mehr als der blossen Beweglichkeit gedacht wird, enthält also nichts mehr, als blos diesen einzigen, durch die angeführten drei Fälle geführten Lehrsatz von der Zusammensetzung der Bewegung und zwar von der Möglichkeit der geradlinigen Bewegung allein, nicht der krummlinigen. Denn weil in dieser die Bewegung continuirlich (der Richtung nach) verändert wird, so muss eine Ursache dieser Veränderung, welche nun nicht der blosse Raum seyn kann, herbeigezogen werden. Dass man aber gewöhnlich unter der Benennung der zusammengesetzten Bewegung nur den einzigen Fall, da die Richtungen derselben einen Winkel einschliessen, verstand, dadurch ward zwar wohl eben nicht der Physik, wohl aber dem Princip der Eintheilung einer reinen philosophischen Wissenschaft überhaupt einiger Abbruch gethan. Denn was die erstere betrifft, so lassen sich alle im obigen Lehrsatze behandelte drei Fälle im dritten allein hinreichend darstellen. Denn wenn der Winkel, den die zwei gegebenen Bewegungen einschliessen, als unendlich klein gedacht wird, so enthält er den ersten; wird er aber als von einer einzigen geraden Linie nur unendlich wenig unterschieden vorgestellt, so enthält er den zweiten Fall; so dass sich freilich in dem bekannten Lehrsatze der zusammengesetzten Bewegung alle

drei von uns genannten Fälle, als in einer allgemeinen Formel, geben lassen. Man konnte aber auf diese Art nicht wohl die Grössenlehre der Bewegung nach ihren Theilen *a priori* einsehen lernen, welches in mancher Absicht auch seinen Nutzen hat.

Hat Jemand Lust, die gedachten drei Theile des allgemeinen phoronomischen Lehrsatzes an das Schema der Eintheilung aller reinen Verstandesbegriffe, namentlich hier der des Begriffs der Grösse zu halten, so wird er bemerken, dass, da der Begriff einer Grösse jederzeit den der Zusammensetzung des Gleichartigen enthält, die Lehre der Zusammensetzung der Bewegungen zugleich die reine Grössenlehre derselben sey, und zwar nach allen drei Momenten, die der Raum an die Hand giebt, der Einheit der Linie und Richtung, der Vielheit der Richtungen in einer und derselben Linie, endlich der Allheit der Richtungen sowohl, als der Linien, nach denen die Bewegung geschehen mag, welches die Bestimmung aller möglichen Bewegung als eines Quantum enthält, wiewohl die Quantität derselben (an einem beweglichen Puncte) blos in der Geschwindigkeit besteht. Diese Bemerkung hat nur in der Transscendentalphilosophie ihren Nutzen.

Zweites Hauptstück.

Metaphysische Anfangsgründe der Dynamik.

Erklärung 1.

Materie ist das Bewegliche, so ferne es einen Raum erfüllt. Einen Raum erfüllen, heisst allem Beweglichen widerstehen, das durch seine Bewegung in einen gewissen Raum einzudringen bestrebt ist. Ein Raum, der nicht erfüllt ist, ist ein leerer Raum.

Anmerkung.

Dieses ist nun die dynamische Erklärung des Begriffs der Materie. Sie setzt die phoronomische voraus, aber thut eine Eigenschaft hinzu, die sich als Ursache auf eine Wirkung bezieht, nämlich das Vermögen, einer Bewegung innerhalb eines gewissen Raumes zu widerstehen, wovon in der vorhergehenden Wissenschaft gar nicht die Rede seyn musste, selbst nicht, wenn man es mit Bewegungen eines und desselben Punctes in entgegengesetzten Richtungen zu thun hatte. Diese Erfüllung des Raumes hält einen gewissen Raum von dem Eindringen irgend eines anderen Beweglichen frei, wenn seine Bewegung

auf irgend einen Ort in diesem Raume hingerichtet ist. Worauf nun der nach allen Seiten gerichtete Widerstand der Materie beruhe und was er sey, muss noch untersucht werden. So viel sieht man aber schon aus der obigen Erklärung: dass die Materie hier nicht so betrachtet wird, wie sie widersteht, wenn sie aus ihrem Orte getrieben und also selbst bewegt werden soll (dieser Fall wird künftig, als mechanischer Widerstand, noch in Erwägung kommen), sondern wenn blos der Raum ihrer eigenen Ausdehnung verringert werden soll. Man bedient sich des Worts: einen Raum einnehmen, d. i. in allen Puncten desselben unmittelbar gegenwärtig seyn, um die Ausdehnung eines Dinges im Raume dadurch zu bezeichnen. Weil aber in diesem Begriffe nicht bestimmt ist, welche Wirkung, oder ob gar überall eine Wirkung aus dieser Gegenwart entspringe, ob andern zu widerstehen, die hineinzudringen bestrebt seyen, oder ob es blos einen Raum ohne Materie bedeute, so ferne er ein Inbegriff mehrerer Räume ist, wie man von jeder geometrischen Figur sagen kann, sie nimmt einen Raum ein (sie ist ausgedehnt), oder ob wohl gar im Raume Etwas sey, was ein anderes Bewegliche nöthigt, tiefer in denselben einzudringen (andere anzieht), weil, sage ich, durch den Begriff des Einnehmens eines Raumes dieses Alles unbestimmt ist, so ist: einen Raum erfüllen, eine nähere Bestimmung des Begriffs: einen Raum einnehmen.

Lehrsatz 1.

Die Materie erfüllt einen Raum, nicht durch ihre blosse Existenz, sondern durch eine besondere bewegende Kraft.

Beweis.

Das Eindringen in einen Raum (im Anfangsaugenblicke heisst solches die Bestrebung einzudringen) ist eine Bewegung. Der Widerstand gegen Bewegung ist die Ur-

sache der Verminderung, oder auch Veränderung derselben in Ruhe. Nun kann mit keiner Bewegung etwas verbunden werden, was sie vermindert oder aufhebt, als eine andere Bewegung eben desselben Beweglichen in entgegengesetzter Richtung (Phoron. Lehrs.). Also ist der Widerstand, den eine Materie in dem Raum, den sie erfüllt, allem Eindringen anderer leistet, eine Ursache der Bewegung der letzteren in entgegengesetzter Richtung. Die Ursache einer Bewegung heisst aber bewegende Kraft. Also erfüllt die Materie ihren Raum durch bewegende Kraft, und nicht durch ihre blosse Existenz.

Anmerkung.

Lambert und Andere nannten die Eigenschaft der Materie, da sie einen Raum erfüllt, die Solidität (ein ziemlich vieldeutiger Ausdruck), und wollen, man müsse sie an jedem Dinge, was existirt (Substanz), annehmen, wenigstens in der äusseren Sinnenwelt. Nach ihren Begriffen müsste die Anwesenheit von etwas Reellem im Raume diesen Widerstand schon durch seinen Begriff, mithin nach dem Satze des Widerspruchs, bei sich führen, und es machen, dass nichts Anderes in dem Raume der Anwesenheit eines solchen Dinges zugleich seyn könne. Allein der Satz des Widerspruchs treibt keine Materie zurück, welche anrückt, um in einen Raum einzudringen, in welchem eine andere anzutreffen ist. Nur alsdann, wenn ich Dem, was einen Raum einnimmt, eine Kraft beilege, alles äussere Bewegliche, welches sich annähert, zurückzutreiben, verstehe ich, wie es einen Widerspruch enthalte, dass in den Raum, den ein Ding einnimmt, noch ein anderes von derselben Art eindringe. Hier hat der Mathematiker Etwas als ein erstes Datum der Construction des Begriffs einer Materie, welches sich selbst nicht weiter construiren lasse, angenommen. Nun kann er zwar von jedem beliebigen Datum seine Construction eines Begriffs anfangen, ohne sich darauf einzulassen, dieses Datum auch wiederum zu erklären; darum aber ist er doch nicht befugt, jenes für etwas aller mathematischen Construction

ganz Unfähiges zu erklären, um dadurch das Zurückgehen zu den ersten Principien in der Naturwissenschaft zu hemmen.

Erklärung 2.

Anziehungskraft ist diejenige bewegende Kraft, wodurch eine Materie die Ursache der Annäherung anderer zu ihr seyn kann (oder, welches einerlei ist, dadurch sie der Entfernung anderer von ihr widersteht).

Zurückstossungskraft ist diejenige, wodurch eine Materie Ursache seyn kann, andere von sich zu entfernen (oder, welches einerlei ist, wodurch sie der Annäherung anderer zu ihr widersteht). Die letzteren werden wir auch zuweilen treibende, so wie die ersteren ziehende Kräfte nennen.

Zusatz.

Es lassen sich nur diese zwei bewegenden Kräfte der Materie denken. Denn alle Bewegung, die eine Materie einer anderen eindrücken kann, da in dieser Rücksicht jede derselben nur wie ein Punct betrachtet wird, muss jederzeit als in der geraden Linie zwischen zwei Puncten ertheilt angesehen werden. In dieser geraden Linie aber sind nur zweierlei Bewegungen möglich: die eine, dadurch sich jene Puncte von einander entfernen, die zweite, dadurch sie sich einander nähern. Die Kraft aber, die die Ursache der ersteren Bewegung ist, heisst Zurückstossungs- und die der zweiten Anziehungskraft. Also können nur diese zwei Arten von Kräften, als solche, worauf alle Bewegungskräfte in der materiellen Natur zurückgeführt werden müssen, gedacht werden.

Lehrsatz 2.

Die Materie erfüllt ihre Räume durch repulsive Kräfte aller ihrer Theile, d. i. durch eine ihr eigene Ausdehnungskraft, die einen bestimmten Grad hat, über den kleinere oder grössere ins Unendliche können gedacht werden.

Beweis.

Die Materie erfüllt einen Raum nur durch bewegende Kraft (Lehrs. 2) und zwar eine solche, die dem Eindringen anderer, d. i. der Annäherung widersteht. Nun ist diese eine zurückstossende Kraft (Erklärung 2). Also erfüllt die Materie ihren Raum nur durch zurückstossende Kräfte, und zwar aller ihrer Theile, weil sonst ein Theil ihres Raums (wider die Voraussetzung) nicht erfüllt, sondern nur eingeschlossen seyn würde. *Die Kraft aber eines Ausgedehnten vermöge der Zurückstossung aller seiner Theile ist eine Ausdehnungskraft* (expansive). Also erfüllt die Materie ihren Raum nur durch eine ihr eigene Ausdehnungskraft; *welches das Erste war.* Über jede gegebene Kraft muss eine grössere gedacht werden können, denn die, über welche keine grössere möglich ist, würde eine solche seyn, wodurch in einer endlichen Zeit ein unendlicher Raum zurückgelegt werden würde (welches unmöglich ist). Es muss ferner unter jeder gegebenen bewegenden Kraft eine kleinere gedacht werden können (denn die kleinste würde die seyn, durch deren unendliche Hinzuthuung zu sich selbst eine jede gegebene Zeit hindurch keine endliche Geschwindigkeit erzeugt werden könnte, welches aber den Mangel aller bewegenden Kraft bedeutet). Also muss unter einem jeden gegebenen Grad einer bewegenden Kraft immer noch ein kleinerer gegeben werden können; *welches das Zweite ist.* Mithin hat die Ausdehnungskraft, womit

jede Materie ihren Raum erfüllt, ihren Grad, der niemals der grösste oder kleinste ist, sondern über den ins Unendliche sowohl grössere als kleinere können gefunden werden.

Zusatz 1.

Die expansive Kraft einer Materie nennt man auch Elasticität. Da nun jene der Grund ist, worauf die Erfüllung des Raumes, als eine wesentliche Eigenschaft aller Materie, beruht, so muss diese Elasticität ursprünglich heissen, weil sie von keiner anderen Eigenschaft der Materie abgeleitet werden kann. Alle Materie ist demnach ursprünglich elastisch.

Zusatz 2.

Weil über jede ausdehnende Kraft eine grössere bewegende Kraft gefunden werden kann, diese aber auch jener entgegenwirken kann, wodurch sie alsdann den Raum der letzteren verengen würde, den diese zu erweitern trachtet, in welchem Falle die erstere eine zusammendrückende Kraft heissen würde; so muss auch für jede Materie eine zusammendrückende Kraft gefunden werden können, die sie von einem jeden Raum, den sie erfüllt, in einen engeren Raum zu treiben vermag.

Erklärung 3.

Eine Materie durchdringt in ihrer Bewegung eine andere, wenn sie durch Zusammendrückung den Raum ihrer Ausdehnung völlig aufhebt.

Anmerkung.

Wenn in einem mit Luft angefüllten Stiefel einer Luftpumpe der Kolben dem Boden immer näher getrieben wird, so

wird die Luftmaterie zusammengedrückt. Könnte nun diese Zusammendrückung so weit getrieben werden, dass der Kolben den Boden völlig berührte (ohne dass das Mindeste von Luft entwischt wäre), so würde die Luftmaterie durchdrungen seyn; denn die Materien, zwischen denen sie ist, lassen keinen Raum für sie übrig, und sie wäre also zwischen dem Kolben und Boden anzutreffen, ohne doch einen Raum einzunehmen. Diese Durchdringlichkeit der Materie durch äussere zusammendrückende Kräfte, wenn Jemand eine solche annehmen oder auch nur denken wollte, würde die mechanische heissen können. Ich habe Ursache, durch eine solche Einschränkung diese Durchdringlichkeit der Materie von einer andern zu unterscheiden, deren Begriff vielleicht eben so unmöglich, als der erstere ist, von der ich aber doch künftig Etwas anzumerken Anlass haben möchte.

Lehrsatz 3.

Die Materie kann ins Unendliche zusammengedrückt, aber niemals von einer Materie, wie gross auch die drückende Kraft derselben sey, durchdrungen werden.

Beweis.

Eine ursprüngliche Kraft, womit eine Materie sich über einen gegebenen Raum, den sie einnimmt, allerwärts auszudehnen trachtet, muss, in einen kleinen Raum eingeschlossen, grösser, und, in einen unendlich kleinen Raum zusammengepresst, unendlich seyn. Nun kann für gegebene ausdehnende Kraft der Materie eine grössere zusammendrückende gefunden werden, die diese in einen engeren Raum zwingt, und so ins Undliche; welches das Erste war. Zum Durchdringen der Materie aber würde eine Zusammentreibung derselben in einen unendlich kleinen Raum, mithin eine unendlich zusammendrückende

Kraft erfordert, welche unmöglich ist. Also kann eine Materie durch Zusammendrückung von keiner anderen durchdrungen werden; welches das Zweite ist.

Anmerkung.

Ich habe in diesem Beweise gleich zu Anfange angenommen, dass eine ausdehnende Kraft, je mehr sie in die Enge getrieben worden, desto stärker entgegenwirken müsse. Dieses würde nun zwar nicht so für jede Art elastischer Kräfte, die nur abgeleitet sind, gelten; ober bei der Materie so ferne ihr als Materie überhaupt, die einen Raum erfüllt, wesentliche Elasticität zukommt, lässt sich dieses postuliren. Denn expansive Kraft aus allen Puncten nach allen Seiten hin ausgeübt, macht sogar den Begriff derselben aus. Eben dasselbe Quantum aber, von ausspannenden Kräften in einen engeren Raum gebracht, muss in jedem Puncte desselben so viel stärker zurücktreiben, so viel umgekehrt der Raum kleiner ist, in welchem ein gewisses Quantum von Kraft seine Wirksamkeit verbreitet.

Erklärung 4.

Die Undurchdringlichkeit der Materie, die auf dem Widerstande beruht, der mit den Graden der Zusammendrückung proportionirlich wächst, nenne ich die relative; diejenige aber, welche auf der Voraussetzung beruht, dass die Materie, als solche, gar keiner Zusammendrückung fähig sey, heisst die absolute Undurchdringlichkeit. Die Erfüllung des Raumes mit absoluter Undurchdringlichkeit kann die mathematische, die mit blos relativer, die dynamische Erfüllung des Raums heissen.

Anmerkung 1.

Nach dem blos mathematischen Begriffe der Undurchdringlichkeit (der keine bewegende Kraft als ursprünglich der Materie eigen voraussetzt) ist keine Materie einer Zusammendrückung fähig, als so ferne sie leere Räume in sich enthält; mithin die Materie als Materie widersteht allem Eindringen schlechterdings und mit absoluter Nothwendigkeit. Nach unserer Erörterung dieser Eigenschaft aber beruht die Undurchdringlichkeit auf einem physischen Grunde; denn die ausdehnende Kraft macht sie selbst, als ein Ausgedehntes, das seinen Raum erfüllt, allererst möglich. Da aber diese Kraft einen Grad hat, welcher überwältigt, mithin der Raum der Ausdehnung veringert, d. i. in denselben bis auf ein gewisses Maass von einer gegebenen zusammendrückenden Kraft eingedrungen werden kann, doch so, dass die gänzliche Durchdringung, weil sie eine unendliche zusammendrückende Kraft erfordern würde, unmöglich ist: so muss die Erfüllung des Raums nur als relative Undurchdringlichkeit angesehen werden.

Anmerkung 2.

Die absolute Undurchdringlichkeit ist in der That nichts mehr oder weniger, als *qualitas occulta*. Denn man fragt, was die Ursache sey, dass Materien einander in ihrer Bewegung nicht durchdringen können, und bekommt die Antwort: weil sie undurchdringlich sind. Die Berufung auf zurücktreibende Kraft ist von diesem Vorwurfe frei. Denn ob diese gleich ihrer Möglichkeit nach auch nicht weiter erklärt werden kann, mithin als Grundkraft gelten muss, so giebt sie doch einen Begriff von einer wirkenden Ursache und ihren Gesetzen, nach welchen die Wirkung, nämlich der Widerstand in dem erfüllten Raum, ihren Graden nach geschätzt werden kann.

Erklärung 5.

Materielle Substanz ist Dasjenige im Raume, was für sich, d. i. abgesondert von allem Anderen, was ausser ihm im Raume existirt, beweglich ist. Die Bewegung eines Theils der Materie, dadurch sie aufhört, ein Theil zu seyn, ist die Trennung. Die Trennung der Theile einer Materie ist die physische Theilung.

Anmerkung.

Der Begriff einer Substanz bedeutet das letzte Subject der Existenz, d. i. Dasjenige, was selbst nicht wiederum blos als Prädicat zur Existenz eines anderen gehört. Nun ist Materie das Subject alles Dessen, was im Raume zur Existenz der Dinge gezählt werden mag; denn ausser ihr würde sonst kein Subject gedacht werden können, als der Raum selbst, welcher aber ein Begriff ist, der noch gar nichts Existirendes, sondern blos die nothwendigen Bedingungen der äusseren Relation möglicher Gegenstände äusserer Sinne enthält. Also ist Materie, als das Bewegliche im Raume, die Substanz in demselben. Aber eben so werden auch alle Theile derselben, so ferne man von ihnen nur sagen kann, dass sie selbst Subjecte und nicht blos Prädicate von anderen Materien seyen, Substanzen, mithin selbst wiederum Materie heissen müssen. Sie sind aber selbst Subjecte, wenn sie für sich beweglich und also auch ausser der Verbindung mit anderen Nebentheilen etwas im Raume Existirendes sind. Also ist die eigene Beweglichkeit der Materie, oder irgend eines Theils derselben, zugleich ein Beweis dafür, dass dieses Bewegliche, und ein jeder bewegliche Theil desselben, Substanz sey.

Lehrsatz 4.

Die Materie ist ins Unendliche theilbar, und zwar in Theile, deren jeder wiederum Materie ist.

Beweis.

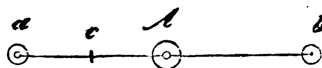
Die Materie ist undurchdringlich, und zwar durch ihre ursprüngliche Ausdehnungskraft (Lehrs. 3), diese aber ist nur die Folge der repulsiven Kräfte eines jeden Puncts in einem von Materie erfüllten Raum. Nun ist der Raum, den die Materie erfüllt, ins Unendliche mathematisch theilbar, d. i. seine Theile können ins Unendliche unterschieden, obgleich nicht bewegt, folglich auch nicht getrennt werden (nach Beweisen der Geometrie). In einem mit Materie erfüllten Raume aber enthält jeder Theil desselben repulsive Kraft, allen übrigen nach allen Seiten entgegenzuwirken, mithin sie zurückzutreiben und von ihnen eben sowohl zurückgetrieben, d. i. zur Entfernung von denselben bewegt zu werden. Mithin ist ein jeder Theil eines durch Materie erfüllten Raums für sich selbst beweglich, folglich trennbar von den übrigen als materielle Substanz durch physische Theilung. So weit sich also die mathematische Theilbarkeit des Raumes, den eine Materie erfüllt, erstreckt, so weit erstreckt sich auch die mögliche physische Theilung der Substanz, die ihn erfüllt. Die mathematische Theilbarkeit aber geht ins Unendliche, folglich auch die physische, d. i. alle Materie ist ins Unendliche theilbar, und zwar in Theile, deren jeder selbst wiederum materielle Substanz ist.

Anmerkung 1.

Durch den Beweis der unendlichen Theilbarkeit des Raums ist die der Materie lange noch nicht bewiesen, wenn nicht vorher dargethan worden: dass in jedem Theile des Raumes materielle Substanz sey, d. i. für sich bewegliche Theile anzutreffen sind. Denn wollte ein Monadist annehmen, die Materie bestände aus physischen Puncten, deren ein jeder zwar (eben darum) keine beweglichen Theile habe, aber dennoch durch blosse repulsive Kraft einen Raum erfüllte; so würde er gestehen können, dass zwar dieser Raum, aber nicht die Sub-

stanz, die in ihm wirkt, mithin zwar die Sphäre der Wirksamkeit der letzteren, aber nicht das wirkende bewegliche Subject selbst durch die Theilung des Raums zugleich getheilt werde. Also würde er die Materie aus physisch untheilbaren Theilen zusammensetzen, und sie doch auf dynamische Art einen Raum einnehmen lassen.

Durch den obigen Beweis aber ist dem Monadisten diese Ausflucht gänzlich benommen. Denn daraus ist klar, dass in einem erfüllten Raume kein Punct seyn könne, der nicht selbst nach allen Seiten Zurückstossung ausübte, so wie er zurückgestossen wird, mithin als ein ausser jedem anderen zurückstossenden Puncte befindliches gegenwirkendes Subject an sich selbst beweglich wäre, und dass die Hypothese eines Puncts, der durch blosse treibende Kraft, und nicht vermittelst anderer gleichfalls zurückstossenden Kräfte, einen Raum erfüllte, gänzlich unmöglich sey. Um dieses und dadurch auch den Beweis des vorhergehenden Lehrsatzes anschaulich zu machen:



nehme man an, *A* sey der Ort einer Monas im Raume, *ab* sey der Durchmesser der Sphäre ihrer repulsiven Kraft, mithin *aA* der Halbmesser derselben, so ist zwischen *a*, wo dem Eindringen einer äusseren Monade in den Raum, den jene Sphäre einnimmt, widerstanden wird, und dem Mittelpuncte derselben *A*, ein Punct *c* anzugeben möglich (laut der unendlichen Theilbarkeit des Raumes). Wenn nun *A* Demjenigen, was in *a* einzudringen trachtet, widersteht, so muss auch *c* den beiden Puncten *A* und *a* widerstehen. Denn wäre dieses nicht, so würden sie sich einander ungehindert nähern, folglich *A* und *a* im Puncte *c* zusammentreffen, d. i. der Raum würde durchdrungen werden. Also muss in *c* Etwas seyn, was dem Eindringen von *A* und *a* widersteht und also die Monas *A* zurücktreibt, so wie es auch von ihr zurückgetrieben wird. Da nun das Zurücktreiben ein Bewegen ist, so ist *c* etwas Bewegliches im Raum, mithin Materie, und der Raum zwischen *A* und *a* konnte nicht durch die Sphäre der Wirksamkeit einer einzigen Monade angefüllt

seyn, also auch nicht der Raum zwischen c und A, und so ins Unendliche.

Wenn Mathematiker die repulsiven Kräfte der Theile elastischer Materien, bei grösserer oder kleinerer Zusammendrückung derselben, als nach einer gewissen Proportion ihrer Entfernungen von einander abnehmend oder zunehmend sich vorstellen, z. B. dass die kleinsten Theile der Luft sich in umgekehrtem Verhältniss ihrer Entfernungen von einander zurücktreiben, weil die Elasticität derselben in umgekehrtem Verhältniss der Räume steht, darin sie zusammengedrückt werden: so verfehlt man gänzlich ihren Sinn und missdeutet ihre Sprache, wenn man Das, was zum Verfahren der Construction eines Begriffs nothwendig gehört, dem Begriffe im Object selbst beilegt. Denn nach jenem kann eine jede Berührung als eine unendlich kleine Entfernung vorgestellt werden; welches in solchen Fällen auch nothwendig geschehen muss, wo ein grosser oder kleiner Raum durch eben dieselbe Quantität der Materie, d. i. einerlei Quantum repulsiver Kräfte, als ganz erfüllt vorgestellt werden soll. Bei einem ins Unendliche Theilbaren darf darum dennoch keine wirkliche Entfernung der Theile, die bei aller Erweiterung des Raums des Ganzen immer ein Continuum ausmachen, angenommen werden, obgleich die Möglichkeit dieser Erweiterung nur unter der Idee einer unendlich kleinen Entfernung anschaulich gemacht werden kann.

Anmerkung 2.

Die Mathematik kann zwar in ihrem inneren Gebrauche in Ansehung der Chicane einer verfehlten Metaphysik ganz gleichgültig seyn, und im sicheren Besitz ihrer evidenten Behauptung von der unendlichen Theilbarkeit des Raumes beharren, was für Einwürfe auch eine an blossen Begriffen klaubende Vernünftelei dagegen auf die Bahn bringen mag; allein in der Anwendung ihrer Sätze, die vom Raume gelten, auf Substanz, die sie erfüllt, muss sie sich doch auf Prüfung nach blossen Begriffen, mithin auf Metaphysik einlassen. Obiger Lehrsatz ist schon ein Beweis davon. Denn es folgt nicht

nothwendig, dass Materie ins Unendliche physisch theilbar sey, wenn sie es gleich in mathematischer Absicht ist, wenn gleich ein jeder Theil des Raums wiederum ein Raum ist, und also immer Theile ausserhalb einander in sich fasst, wo ferne nicht bewiesen werden kann, dass in jedem aller möglichen Theile dieses erfüllten Raumes auch Substanz sey, die folglich auch, abgesondert von allen übrigen, als für sich beweglich existire. Also fehlte doch bisher dem mathematischen Beweise noch Etwas, ohne welches er auf die Naturwissenschaft keine sichere Anwendung haben konnte, und diesem Mangel ist in obstehendem Lehrsatz abgeholfen worden. Was nun aber die übrigen Angriffe der Metaphysik auf den nunmehr physischen Lehrsatz der unendlichen Theilbarkeit der Materie betrifft, so muss sie der Mathematiker gänzlich dem Philosophen überlassen, der ohnedies durch diese Einwürfe sich selbst in ein Labyrinth begiebt, woraus es ihm schwer wird, auch in den ihn unmittelbar angehenden Fragen, sich herauszufinden, und also mit sich selbst genug zu thun hat, ohne dass der Mathematiker sich in dieses Geschäft dürfte einflechten lassen. Wenn nämlich die Materie ins Unendliche theilbar ist, so (schliesst der dogmatische Metaphysiker) besteht sie aus einer unendlichen Menge von Theilen; denn ein Ganzes muss doch alle die Theile zum Voraus insgesammt schon in sich enthalten, in die es getheilt werden kann. Der letztere Satz ist auch von einem jeden Ganzen, als Dinge an sich selbst, ungezweifelt gewiss, mithin, da man doch nicht einräumen kann, die Materie, ja gar selbst nicht einmal der Raum, bestehe aus unendlich viel Theilen (weil es ein Widerspruch ist, eine unendliche Menge, deren Begriff es schon mit sich führt, dass sie niemals vollendet vorgestellt werden könne, sich als ganz vollendet zu denken), so müsse man sich zu einem entschliessen, entweder dem Geometer zum Trotz zu sagen: der Raum ist nicht ins Unendliche theilbar, oder dem Metaphysiker zum Ärgerniss: der Raum ist keine Eigenschaft eines Dinges an sich selbst, und also die Materie kein Ding an sich selbst, sondern blosse Erscheinung unserer äusse-

ren Sinne überhaupt, so wie der Raum die wesentliche Form derselben.

Hier geräth nun der Philosoph in ein Gedränge zwischen den Hörnern eines gefährlichen Dilemma. Den ersteren Satz: dass der Raum ins Unendliche theilbar sey, abzuleugnen, ist ein leeres Unterfangen, denn Mathematik lässt sich nichts wegvernünfteln; Materie aber als Ding an sich selbst, mithin den Raum als Eigenschaft der Dinge an sich selbst ansehen, und dennoch jenen Satz ableugnen, ist einerlei. Er sieht sich also nothgedrungen, von der letzteren Behauptung, so gemein und dem gemeinen Verstande gemäss sie auch sey, abzugehen, aber natürlicher Weise nur unter dem Beding, dass man ihn auf den Fall, dass er Materie und Raum nur zur Erscheinung (mithin letzteren nur zur Form unserer äusseren sinnlichen Anschauung, also beide nicht zu Sachen an sich, sondern nur zu subjectiven Vorstellungsarten uns an sich unbekannter Gegenstände) machte, alsdann auch aus jener Schwierigkeit, wegen unendlicher Theilbarkeit der Materie, wobei sie doch nicht aus unendlich viel Theilen bestehe, heraushelfe. Dieses Letztere lässt sich nun ganz wohl durch die Vernunft denken, obgleich unmöglich anschaulich machen und construiren. Denn was nur dadurch wirklich ist, dass es in der Vorstellung gegeben ist, davon ist auch nicht mehr gegeben, als so viel in der Vorstellung angetroffen wird, d. i. so weit der Progressus der Vorstellungen reicht. Also von Erscheinungen, deren Theilung ins Unendliche geht, kann man nur sagen, dass der Theile der Erscheinung so viel sind, als wir deren nur geben, d. i. so weit wir nur immer theilen mögen. Denn die Theile, als zur Existenz einer Erscheinung gehörig, existiren nur in Gedanken, nämlich in der Theilung selbst. Nun geht zwar die Theilung ins Unendliche, aber sie ist doch niemals als unendlich gegeben: also folgt daraus nicht, dass das Theilbare eine unendliche Menge Theile an sich selbst und ausser unserer Vorstellung in sich enthalte, darum, weil seine Theilung ins Unendliche geht. Denn es ist nicht das Ding, sondern nur diese Vorstellung desselben, deren Theilung, ob sie zwar ins Unendliche fortgesetzt werden kann, und im Objecte (das an

sich unbekannt ist) dazu auch ein Grund ist, dennoch niemals vollendet, folglich ganz gegeben werden kann, und also auch keine wirkliche unendliche Menge im Objecte (als die ein ausdrücklicher Widerspruch seyn würde) beweist. Ein grosser Mann, der, vielleicht mehr als sonst Jemand, das Ansehen der Mathematik in Deutschland zu erhalten beiträgt, hat mehrmals die metaphysischen Anmaassungen, Lehrsätze der Geometrie von der unendlichen Theilbarkeit des Raums umzustossen, durch die gegründete Erinnerung abgewiesen: dass der Raum nur zu der Erscheinung äusserer Dinge gehöre; allein er ist nicht verstanden worden. Man nahm diesen Satz so, als ob er sagen wollte: der Raum erscheine uns selbst, sonst sey er eine Sache oder Verhältniss der Sachen an sich selbst, der Mathematiker betrachtet ihn aber nur, wie er erscheint; anstatt dass sie darunter hätten verstehen sollen, der Raum sey gar keine Eigenschaft, die irgend einem Dinge ausser unseren Sinnen an sich anhängt, sondern nur die subjective Form unserer Sinnlichkeit, unter welcher uns Gegenstände äusserer Sinne, die wir, wie sie an sich beschaffen sind, nicht kennen, erscheinen, welche Erscheinung wir denn Materie nennen. Bei jener Missdeutung dachte man sich den Raum immer noch als eine den Dingen auch ausser unserer Vorstellungskraft anhängende Beschaffenheit, die sich aber der Mathematiker nur nach gemeinen Begriffen, d. i. verworren denkt (denn so erklärt man gemeinhin Erscheinung), und schrieb also den mathematischen Lehrsatz von der unendlichen Theilbarkeit der Materie, einen Satz, der die höchste Deutlichkeit in dem Begriffe des Raums voraussetzt, einer verworrenen Vorstellung vom Raume, die der Geometer zum Grunde legte, zu, wobei es denn dem Metaphysiker unbenommen blieb, den Raum aus Puncten und die Materie aus einfachen Theilen zusammenzusetzen und so (seiner Meinung nach) Deutlichkeit in diesen Begriff zu bringen. Der Grund dieser Verirrung liegt in einer übelverstandenen Monadologie, die gar nicht zur Erklärung der Naturerscheinungen gehört, sondern ein von Leibnitz ausgeführter, an sich richtiger Platonischer Begriff von der Welt ist, so ferne sie gar nicht als Gegenstand der Sinne, sondern als Ding an sich

selbst betrachet, blos ein Gegenstand des Verstandes ist, der aber doch den Erscheinungen der Sinne zum Grunde liegt. Nun muss freilich das Zusammengesetzte der Dinge an sich selbst aus dem Einfachen bestehen; denn die Theile müssen hier vor aller Zusammensetzung gegeben seyn. Aber das Zusammengesetzte in der Erscheinung besteht nicht aus dem Einfachen, weil in der Erscheinung, die niemals anders als zusammengesetzt (ausgedehnt) gegeben werden kann, die Theile nur durch Theilung und also nicht vor dem Zusammengesetzten, sondern nur in demselben gegeben werden können. Daher war Leibnitz's Meinung, so viel ich einsehe, nicht, den Raum durch die Ordnung einfacher Wesen neben einander zu erklären, sondern ihm vielmehr diese als correspondirend, aber zu einer blos intelligibeln (für uns unbekannten) Welt gehörig zur Seite zu setzen, und nichts anders zu behaupten, als was anderwärts gezeigt worden, nämlich, dass der Raum sammt der Materie, davon er die Form ist, nicht die Welt von Dingen an sich selbst, sondern nur die Erscheinung derselben enthalte, und selbst nur die Form unserer äussern sinnlichen Anschauung sey.

Lehrsatz 5.

Die Möglichkeit der Materie erfordert eine Anziehungskraft als die zweite wesentliche Grundkraft derselben.

Beweis.

Die Undurchdringlichkeit, als die Grundeigenschaft der Materie, wodurch sie sich als etwas Reales im Raume unseren äusseren Sinnen zuerst offenbart, ist nichts, als das Ausdehnungsvermögen der Materie (Lehrsatz). Nun kann eine wesentliche bewegende Kraft, dadurch die Theile der Materie einander fliehen, erstlich nicht durch sich selbst eingeschränkt werden, weil die Materie dadurch

vielmehr bestrebt ist, den Raum, den sie erfüllt, continuirlich zu erweitern; zweitens auch nicht durch den Raum allein auf eine gewisse Grenze der Ausdehnung gesetzt werden; denn dieser kann zwar den Grund davon enthalten, dass bei Erweiterung des Volumens einer sich ausdehnenden Materie die ausdehnende Kraft im umgekehrten Verhältnisse schwächer werde, aber, weil von einer jeden bewegenden Kraft ins Unendliche kleinere Grade möglich sind, niemals den Grund enthalten, dass sie irgendwo aufhöre. Also würde die Materie durch ihre repulsive Kraft (welche den Grund der Undurchdringlichkeit enthält) allein, und wenn ihr nicht eine andere bewegende Kraft entgegenwirkte, innerhalb keiner Grenzen der Ausdehnung gehalten seyn, d. i. sich ins Unendliche zerstreuen, und in keinem anzugebenden Raume würde eine anzugebende Quantität Materie anzutreffen seyn. Folglich würden bei blos repellirenden Kräften der Materie alle Räume leer, mithin eigentlich gar keine Materie da seyn. Es erfordert also alle Materie zu ihrer Existenz Kräfte, die der ausdehnenden entgegengesetzt sind, d. i. zusammendrückende Kräfte. Diese können aber ursprünglich nicht wiederum in der Entgegenstrebung einer andern Materie gesucht werden; denn diese bedarf, damit sie Materie sey, selbst einer zusammendrückenden Kraft. Also muss irgendwo eine ursprüngliche Kraft der Materie, welche in entgegengesetzter Direction der repulsiven, mithin zur Annäherung wirkt, d. i. eine Anziehungskraft angenommen werden. Da nun diese Anziehungskraft zur Möglichkeit einer Materie, als Materie, überhaupt gehört, folglich vor allen Unterschieden derselben vorhergeht, so darf sie nicht blos einer besonderen Gattung derselben, sondern muss jeder Materie überhaupt und zwar ursprünglich beigelegt werden. Also kommt aller Materie eine ursprüngliche Anziehung, als zu ihrem Wesen gehörige Grundkraft, zu.

Anmerkung.

Bei diesem Übergange von einer Eigenschaft der Materie zu einer andern specifisch davon unterschiedenen, die zum Begriffe der Materie eben sowohl gehört, obgleich in demselben nicht enthalten ist, muss das Verhalten unseres Verstandes in nähere Erwägung gezogen werden. Wenn Anziehungskraft selbst zur Möglichkeit der Materie ursprünglich erfordert wird, warum bedienen wir uns ihrer nicht eben sowohl, als der Undurchdringlichkeit, zum ersten Kennzeichen einer Materie? Warum wird die letztere unmittelbar mit dem Begriffe einer Materie gegeben, die erstere aber nicht in dem Begriffe gedacht, sondern nur durch Schlüsse ihm beigefügt? Dass unsere Sinne uns diese Anziehung nicht so unmittelbar wahrnehmen lassen, als die Zurückstossung und das Widerstreben der Undurchdringlichkeit, kann die Schwierigkeit noch nicht hinlänglich beantworten. Denn wenn wir auch ein solches Vermögen hätten, so ist doch leicht einzusehen, dass unser Verstand sich nichts destoweniger die Erfüllung des Raumes wählen würde, um dadurch die Substanz im Raume, d. i. die Materie zu bezeichnen, wie denn eben in dieser Erfüllung, oder, wie man sie sonst nennt, der Solidität das Charakteristische der Materie, als eines vom Raume unterschiedenen Dinges, gesetzt wird. Anziehung, wenn wir sie auch noch so gut empfänden, würde uns doch niemals eine Materie von bestimmten Volumen und Gestalt offenbaren, sondern nichts als die Bestrebung unseres Organs, sich einem Puncte ausser uns (dem Mittelpunct des anziehenden Körpers) zu nähern. Denn die Anziehungskraft aller Theile der Erde kann auf uns nichts mehr, auch nichts Anderes wirken, als wenn sie gänzlich in dem Mittelpuncte derselben vereinigt wäre, und dieser allein auf unsern Sinn einflösse, eben so die Anziehung eines Berges, oder jeden Steins etc. Nun bekommen wir dadurch keinen bestimmten Begriff von irgend einem Objecte im Raume, da weder Gestalt noch Grösse, ja nicht einmal der Ort, wo er sich befände, in unsere Sinne fallen kann (die blosse Direction der Anziehung würde wahrgenommen werden können, wie bei

der Schwere: der anziehende Punct würde unbekannt seyn, und ich sehe nicht einmal wohl ein, wie er selbst durch Schlüsse, ohne Wahrnehmung der Materie, so ferne sie den Raum erfüllt, sollte ausgemittelt werden). Also ist klar, dass die erste Anwendung unserer Begriffe von Grössen auf Materie, durch die es uns zuerst möglich wird, unsere äusseren Wahrnehmungen in dem Erfahrungsbegriffe einer Materie als Gegenstandes überhaupt zu verwandeln, nur auf ihre Eigenschaft, dadurch sie einen Raum erfüllt, gegründet sey, welche, vermittelst des Sinnes des Gefühls, uns die Grösse und Gestalt eines ausgedehnten, mithin von einem bestimmten Gegenstande im Raume einen Begriff verschafft, der allem Übrigen, was man von diesem Dinge sagen kann, zum Grunde gelegt wird. Eben dieses ist ohne Zweifel die Ursache, weswegen man bei den klarsten anderweitigen Beweisen, dass Anziehung eben sowohl zu den Grundkräften der Materie gehören müsse, als Zurückstossung, sich gleichwohl gegen die erstere so sehr sträubt, und gar keine bewegenden Kräfte, als nur durch Stoss und Druck (beides vermittelst der Undurchdringlichkeit) einräumen will. Denn wodurch der Raum erfüllt ist, das ist die Substanz, sagt man, und das hat auch seine gute Richtigkeit. Da aber diese Substanz ihr Daseyn uns nicht anders, als durch den Sinn, wodurch wir ihre Undurchdringlichkeit wahrnehmen, nämlich das Gefühl, offenbart, mithin nur in Beziehung auf Berührung, deren Anfang (in der Annäherung einer Materie zur andern) der Stoss, die Fortdauer aber ein Druck heisst: so scheint es, als ob alle unmittelbare Wirkung einer Materie auf die andere niemals etwas anders, als Druck oder Stoss seyn könne, zwei Einflüsse, die wir allein unmittelbar empfinden können, dagegen Anziehung, die uns an sich entweder gar keine Empfindung, oder doch keinen bestimmten Gegenstand derselben geben kann, uns als Grundkraft so schwer in den Kopf will.

Lehrsatz 6.

Durch blosse Anziehungskraft, ohne Zurückstossung, ist keine Materie möglich.

Beweis.

Anziehungskraft ist die bewegende Kraft der Materie, wodurch sie eine andere treibt, sich ihr zu nähern, folglich, wenn sie zwischen allen Theilen der Materie angetroffen wird, ist die Materie vermittelst ihrer bestrebt, die Entfernug ihrer Theile von einnnder, mithin auch den Raum, den sie zusammen einnehmen, zu verringern. Nun kann nichts die Wirkung einer bewegenden Kraft hindern, als eine andere ihr entgegengesetzte bewegende Kraft; diese aber, welche der Attraction entgegengesetzt ist, ist die repulsive Kraft. Also würden, ohne repulsive Kräfte durch blosse Annäherung, alle Theile der Materie sich ohne Hinderniss einander nähern, und den Raum, den diese einnimmt, verringern. Da nun in dem angenommenen Falle keine Entfernung der Theile ist, in welcher eine grössere Annäherung durch Anziehung vermittelst einer zurückstossenden Kraft unmöglich gemacht wurde, so würden sie sich so lange zu einander bewegen, bis gar keine Entfernung zwischen ihnen angetroffen würde, d. i. sie würden in einen mathematischen Punct zusammenfliessen, und der Raum würde leer, mithin ohne alle Materie seyn. Demnach ist Materie durch blosse Anziehungkräfte ohne zurückstossende unmöglich.

Zusatz.

Diejenige Eigenschaft, auf welcher als Bedingung selbst die innere Möglichkeit eines Dinges beruht, ist ein wesentliches Stück derselben. Also gehört die Zurückstossungskraft zum Wesen der Materie eben sowohl, wie

die Anziehungskraft, und keine kann von der anderen im Begriff der Materie getrennt werden.

Anmerkung.

Weil überall nur zwei bewegende Kräfte im Raum gedacht werden können, die Zurückstossung und Anziehung, so war es, um beider Vereinigung im Begriffe einer Materie überhaupt *a priori* zu beweisen, vorher nöthig, dass jede für sich allein erwogen würde, um zu sehen, was sie, allein genommen, zur Darstellung einer Materie leisten könnte. Es zeigt sich nun, dass, sowohl wenn man keine von beiden zum Grunde legt, als auch wenn man blos eine von ihnen annimmt, der Raum allemal leer bleibe und keine Materie in demselben angetroffen werde.

Erklärung 6.

Berührung im physischen Verstande ist die unmittelbare Wirkung und Gegenwirkung der Undurchdringlichkeit. Die Wirkung einer Materie auf die andere ausser der Berührung ist die Wirkung in die Ferne (*actio in distans*). Diese Wirkung in die Ferne, die auch ohne Vermittelung zwischen inne liegender Materie möglich ist, heisst die unmittelbare Wirkung in die Ferne, oder auch die Wirkung der Materie auf einander durch den leeren Raum.

Anmerkung.

Die Berührung in mathematischer Bedeutung ist die gemeinschaftliche Grenze zweier Räume, die also weder innerhalb des einen, noch des anderen Raumes ist. Daher können gerade Linien einander nicht berühren, sondern, wenn sie einen Punct gemein haben, so gehört er sowohl innerhalb der einen, als der anderen dieser Linien, wenn sie fortgezogen wer-

den, d. i. sie schneiden sich. Aber Cirkel und gerade Linie, Cirkel und Cirkel, berühren sich in einem Puncte, Flächen in einer Linie und Körper in Flächen. Die mathematische Berührung wird bei der physischen zum Grunde gelegt, aber sie macht sie allein noch nicht aus, zu ihr muss, damit die letztere daraus entspringe, noch ein dynamisches Verhältniss und zwar nicht der Anziehungskräfte, sondern der zurückstossenden, d. i. der Undurchdringlichkeit hinzugedacht werden. Physische Berührung ist Wechselwirkung der repulsiven Kräfte in der gemeinschaftlichen Grenze zweier Materien.

Lehrsatz 7.

Die aller Materie wesentliche Anziehung ist eine unmittelbare Wirkung derselben auf andere durch den leeren Raum.

Beweis.

Die ursprüngliche Anziehungskraft enthält selbst den Grund der Möglichkeit der Materie, als desjenigen Dinges, was einen Raum in bestimmtem Grade erfüllt, mithin selbst sogar von der Möglichkeit einer physischen Berührung derselben. Sie muss also vor dieser vorhergehen, und ihre Wirkung muss folglich von der Bedingung der Berührung unabhängig seyn. Nun ist die Wirkung einer bewegenden Kraft, die von aller Berührung unabhängig ist, auch von der Erfüllung des Raums zwischen dem bewegenden und dem bewegten unabhängig, d. i. sie muss auch, ohne dass der Raum zwischen beiden erfüllt ist, stattfinden, mithin als Wirkung durch den leeren Raum. Also ist die ursprüngliche und aller Materie wesentliche Anziehung eine unmittelbare Wirkung derselben auf andere durch den leeren Raum.

Anmerkung 1.

Dass man die Möglichkeit der Grundkräfte begreiflich machen sollte, ist eine ganz unmögliche Forderung; denn sie heissen eben darum Grundkräfte, weil sie von keiner andern abgeleitet, d. i. gar nicht begriffen werden können. Es ist aber die ursprüngliche Anziehungkraft nicht im Mindesten unbegreiflicher, als die ursprüngliche Zurückstossung. Sie bietet sich nur nicht so unmittelbar den Sinnen dar, als die Undurchdringlichkeit, uns Begriffe von bestimmten Objecten im Raume zu liefern. Weil sie also nicht gefühlt, sondern nur geschlossen werden will, so hat sie so ferne den Anschein einer abgeleiteten Kraft, gleich als ob sie nur ein verstecktes Spiel der bewegenden Kräfte durch Zurückstossung wäre. Näher erwogen sehen wir, dass sie gar nicht weiter irgend wovon abgeleitet werden könne, am Wenigsten von der bewegenden Kraft der Materien durch ihre Undurchdringlichkeit, da ihre Wirkung gerade das Widerspiel der letzteren ist. Der gemeinste Einwurf wider die unmittelbare Wirkung in die Ferne ist: dass eine Materie doch nicht da, wo sie nicht ist, unmittelbar wirken könne. Wenn die Erde den Mond unmittelbar treibt, sich ihr zu nähern, so wirkt die Erde auf ein Ding, das viele tausend Meilen von ihr entfernt ist, und dennoch unmittelbar; der Raum zwischen ihr und dem Monde mag auch als völlig leer angesehen werden. Denn obgleich zwischen beiden Körpern Materie läge, so thut diese doch nichts zu jener Anziehung. Sie wirkt also an einem Orte, wo sie nicht ist, unmittelbar: Etwas, was dem Anscheine nach widersprechend ist. Allein es ist so wenig widersprechend, dass man vielmehr sagen kann, ein jedes Ding im Raume wirkt auf ein anderes nur an einem Orte, wo das Wirkende nicht ist. Denn sollte es an demselben Orte, wo es selbst ist, wirken, so würde das Ding, worauf es wirkt, gar nicht ausser ihm seyn; denn dieses Ausserhalb bedeutet die Gegenwart in einem Orte, darin das andere nicht ist. Wenn Erde und Mond einander auch berührten, so wäre doch der Punct der Berührung ein Ort, in dem weder die Erde noch der Mond ist: denn beide

sind um die Summe ihrer Halbmesser von einander entfernt. Auch würde im Puncte der Berührung sogar kein Theil, weder der Erde noch des Mondes, anzutreffen seyn, denn dieser Punct liegt in der Grenze beider erfüllten Räume, die keinen Theil weder von dem einen noch dem anderen ausmacht. Dass also Materien in einander in der Entfernung nicht unmittelbar wirken, würde so viel sagen, als, sie können in einander nicht unmittelbar wirken, ohne Vermittelung der Kräfte der Undurchdringlichkeit. Nun würde dieses eben so viel seyn, als ob ich sagte; die repulsiven Kräfte sind die einzigen, damit Materien wirksam seyn können, oder sie sind wenigstens die nothwendigen Bedingungen, unter denen allein Materien auf einander wirken können, welches entweder die Anziehungskraft für ganz unmöglich oder doch immer von der Wirkung der repulsiven Kräfte abhängig erklären würde; beides sind aber Behauptungen ohne allen Grund. Die Verwechselung der mathematischen Berührung der Räume und der physischen durch zurücktreibende Kräfte macht hier den Grund des Missverstandes aus. Sich unmittelbar ausser der Berührung anziehen, heisst, sich einander nach einem beständigen Gesetze nähern, ohne dass eine Kraft der Zurückstossung dazu die Bedingung enthalte, welches doch eben so gut sich muss denken lassen, als einander unmittelbar zurückstossen, d. i. sich einander nach einem beständigen Gesetze fliehen, ohne dass die Anziehungskraft daran irgend einigen Antheil habe. Denn beide bewegende Kräfte sind von ganz verschiedener Art, und es ist nicht der mindeste Grund dazu, eine von der anderen abhängig zu machen, und ihr ohne Vermittelung der andern die Möglichkeit abzustreiten.

Anmerkung 2.

Aus der Anziehung in der Berührung kann ganz keine Bewegung entspringen; denn die Berührung ist Wechselwirkung der Undurchdringlichkeit, welche also alle Bewegung abhält. Also muss doch irgend eine unmittelbare Anziehung ausser der Berührung und mithin in der Entfernung angetroffen

werden; denn sonst könnten selbst die drückenden und stossenden Kräfte, welche die Bestrebung zur Annäherung hervorbringen sollen, da sie in entgegengesetzter Richtung mit der repulsiven Kraft der Materie wirken, keine, wenigstens nicht in der Natur der Materie ursprünglich liegende, Ursache haben. Man kann diejenige Anziehung, die ohne Vermittelung der repulsiven Kräfte geschieht, die wahre Anziehung, diejenige, welche blos auf jene Art vor sich geht, die scheinbare nennen; denn eigentlich übt der Körper, dem ein anderer sich blos darum zu nähern bestrebt ist, weil dieser anderweitig durch Stoss zu ihm getrieben worden, gar keine Anziehungskraft auf diesen aus. Aber selbst diese scheinbaren Anziehungen müssen doch zuletzt eine wahre zum Grunde haben, weil Materie, deren Druck oder Stoss statt Anziehung dienen soll, ohne anziehende Kräfte nicht einmal Materie seyn würde (Lehrsatz 5) und folglich die Erklärungsart aller Phänomene der Annäherung durch blos scheinbare Anziehung sich im Cirkel herumdreht. Man hält gemeiniglich dafür, Newton habe zu seinem System gar nicht nöthig gefunden, eine unmittelbare Attraction der Materien anzunehmen, sondern mit der strengsten Enthaltsamkeit der reinen Mathematik, hierin den Physikern volle Freiheit gelassen, die Möglichkeit derselben zu erklären, wie sie es gut finden möchten, ohne seine Sätze mit ihrem Hypothesenspiel zu bemengen. Allein wie konnte er den Satz gründen, dass die allgemeine Anziehung der Körper, die sie in gleichen Entfernungen um sich ausüben, der Quantität ihrer Materie proportionirt sey, wenn er nicht annahm, dass alle Materie, mithin blos als Materie und durch ihre wesentliche Eigenschaft, diese Bewegungskraft ausübe? Denn obgleich freilich zwischen zwei Körpern, sie mögen der Materie nach gleichartig seyn, oder nicht, wenn der eine den anderen zieht, die wechselseitige Annäherung (nach dem Gesetze der Gleichheit der Wechselwirkung) immer in umgekehrtem Verhältniss der Quantität der Materie geschehen muss, so macht dieses Gesetz doch nur ein Princip der Mechanik, aber nicht der Dynamik, d. i. es ist ein Gesetz der Bewegungen, die aus anziehenden Kräften folgen, nicht der Proportion der Anzie-

hungskräfte selbst, und gilt von allen bewegenden Kräften überhaupt. Wenn daher ein Magnet ein Mal durch einen anderen gleichen Magnet, ein anderes Mal durch eben denselben, der aber in einer zwei Mal schwereren hölzernen Büchse eingeschlossen wäre, gezogen wird, so wird dieser im letzteren Falle dem ersteren mehr relative Bewegung ertheilen, als im ersteren, obgleich das Holz, welches die Quantität der Materie des letzteren vermehrt, zur Anziehungskraft desselben gar nichts hinzuthut und keine magnetische Anziehung der Büchse beweist. Newton sagt *(Cor. 2. Prop. 6. Lib. III. Princip. Phil. N.)*: „wenn der Äther, oder irgend ein anderer Körper ohne Schwere wäre, so würde, da jener von jeder andern Materie doch in Nichts, als der Form, unterschieden ist, er nach und nach durch allmälige Veränderung dieser Form in eine Materie von der Art, wie die, welche auf Erden die meiste Schwere haben, verwandelt werden können, und diese letztere also umgekehrt durch allmälige Veränderung ihrer Form alle ihre Schwere verlieren können, welches der Erfahrung zuwider ist etc.“ Er schloss also selbst nicht den Äther (wieviel weniger andere Materien) vom Gesetze der Anziehung aus. Was konnte ihm denn nun noch für eine Materie übrig bleiben, um durch deren Stoss die Annäherung der Körper zu einander als blosse scheinbare Anziehung anzusehen? Also kann man diesen grossen Stifter der Attractionstheorie nicht als seinen Vorgänger anführen, wenn man sich die Freiheit nimmt, der wahren Anziehung, die dieser behauptete, eine scheinbare zu unterschieben, und die Nothwendigkeit des Antriebs durch den Stoss anzunehmen, um das Phänomen der Annäherung zu erklären. Er abstrahirte mit Recht von allen Hypothesen, die Frage wegen der Ursache der allgemeinen Attraction der Materie zu beantworten; denn diese Frage ist physisch oder metaphysisch, nicht aber mathematisch, und ob er gleich in der Vorerinnerung zur zweiten Ausgabe seiner Optik sagt: *ne quis gravitatem inter essentiales corporum proprietates me habere existimet, quaestionem unam de ejus causa investiganda subjeci*, so merkt man wohl, dass der Anstoss, den seine Zeitgenossen, und vielleicht er selbst, am

Begriffe einer ursprünglichen Anziehung nahmen, ihn mit sich selbst uneinig machte: denn er konnte schlechterdings nicht sagen, dass sich die Anziehungskräfte zweier Planeten, z. B. des Jupiter und Saturn, die sie in gleichen Entfernungen ihrer Trabanten (deren Masse man nicht kennt) beweisen, wie die Quantität der Materie jener Weltkörper verhalten, wenn er nicht annahm, dass sie blos als Materie, mithin nach einer allgemeinen Eigenschaft derselben, andere Materie anzögen.

Erklärung 7.

Eine bewegende Kraft, dadurch Materien nur in der gemeinschaftlichen Fläche der Berührung unmittelbar auf einander wirken können, nenne ich eine Flächenkraft; diejenige aber, wodurch eine Materie auf die Theile der andern auch über die Fläche der Berührung hinaus unmittelbar wirken kann, eine durchdringende Kraft.

Zusatz.

Die Zurückstossungskraft, vermittelst deren die Materie einen Raum erfüllt, ist eine blosse Flächenkraft. Denn die einander berührenden Theile begrenzen einer den Wirkungsraum der anderen, und die repulsive Kraft kann keinen entferntern Theil bewegen, ohne vermittelst der dazwischen liegenden, und eine queer durch diese gehende unmittelbare Wirkung einer Materie auf eine andere durch Ausdehnungskräfte ist unmöglich. Dagegen einer Anziehungskraft, vermittelst deren eine Materie einen Raum einnimmt, ohne ihn zu erfüllen, dadurch sie also auf andere entfernte wirkt durch den leeren Raum, deren Wirkung setzt keine Materie, die dazwischen liegt, Grenzen. So muss nun die ursprüngliche Anziehung, welche die Materie selbst möglich macht, gedacht werden,

und also ist sie eine durchdringende Kraft, und dadurch allein jederzeit der Quantität der Materie proportionirt.

Lehrsatz 8.

Die ursprüngliche Anziehungskraft, worauf selbst die Möglichkeit der Materie, als einer solchen beruht, ersteckt sich im Weltraume von jedem Theile derselben auf jeden andern unmittelbar ins Unendliche.

Beweis.

Weil die ursprüngliche Anziehungskraft zum Wesen der Materie gehört, so kommt sie auch jedem Theil derselben zu, nämlich unmittelbar auch in die Ferne zu wirken. Setzt nun: es sey eine Entfernung, über welche heraus sie sich nicht erstreckte, so würde diese Begrenzung der Sphäre ihrer Wirksamkeit entweder auf der innerhalb dieser Sphäre liegenden Materie, oder blos auf der Grösse des Raumes, auf welchen sie diesen Einfluss verbreitet, beruhen. Das Erstere findet nicht statt; denn diese Anziehung ist eine durchdringende Kraft, und wirkt unmittelbar in der Entfernung, ungeachtet aller dazwischen liegenden Materien, durch jeden Raum, als einen leeren Raum. Das Zweite findet gleichfalls nicht statt. Denn, weil eine jede Anziehung eine bewegende Kraft ist, die einen Grad hat, unter dem ins Unendliche noch immer kleinere gedacht werden können: so würde in der grösseren Entfernung zwar ein Grund liegen, den Grad der Attraction, nach dem Maasse der Ausbreitung der Kraft, in umgekehrtem Verhältnisse zu vermindern, niemals aber sie völlig aufzuheben. Da nun also Nichts ist, was die Sphäre der Wirksamkeit der ursprünglichen Anziehung jedes Theils der Materie irgendwo begrenzte, so erstreckt sie sich über alle anzugebende Grenzen auf jede andere Materie, mithin im Weltraume ins Unendliche.

Zusatz 1.

Aus dieser ursprünglichen Anziehungskraft, als einer durchdringenden, von aller Materie, mithin in Proportion der Quantität derselben, ausgeübten, und auf alle Materie, in alle mögliche Weiten, ihre Wirkung erstreckenden Kraft, müsste nun, in Verbindung mit der ihr entgegenwirkenden, nämlich zurücktreibenden Kraft, die Einschränkung der letzteren, mithin die Möglichkeit eines in einem bestimmten Grade erfüllten Raumes, abgeleitet würden können, und so würde der dynamische Begriff der Materie, als des Beweglichen, das seinen Raum (in bestimmtem Grade) erfüllt, construirt werden. Aber hierzu bedarf man eines Gesetzes des Verhältnisses, sowohl der ursprünglichen Anziehung, als Zurückstossung, in verschiedenen Entfernungen der Materie und ihrer Theile von einander, welches, da es nun lediglich auf dem Unterschiede der Richtung dieser beiden Kräfte (da ein Punct getrieben wird, sich entweder andern zu nähern, oder sich von ihnen zu entfernen) und auf der Grösse des Raums beruht, in den sich jede dieser Kräfte in verschiedenen Weiten verbreitet, eine reine mathematische Aufgabe ist, die nicht mehr für die Metaphysik gehört, selbst nicht was die Verantwortung betrifft, wenn es etwa nicht gelingen sollte, den Begriff der Materie auf diese Art zu construiren. Denn sie verantwortet blos die Richtigkeit der unserer Vernunfterkenntniss vergönnten Elemente der Construction, die Unzulänglichkeit und die Schranken unserer Vernunft in der Ausführung verantwortet sie nicht.

Zusatz 2.

Da alle gegebene Materie mit einem bestimmten Grade der repulsiven Kraft ihren Raum erfüllen muss, um ein bestimmtes materielles Ding auszumachen, so kann nur eine ursprüngliche Anziehung im Conflict mit der ursprünglichen Zurückstossung einen bestimmten Grad der Erfüllung des

Raums, mithin Materie möglich machen; es mag nun seyn, dass der erstere von der eigenen Anziehung der Theile der zusammengedrückten Materie unter einander, oder von der Vereinigung derselben mit der Anziehung aller Weltmaterie herrühre.

Die ursprüngliche Anziehung ist der Quantität der Materie proportionel und erstreckt sich ins Unendliche. Also kann die dem Maasse nach bestimmte Erfüllung eines Raumes durch Materie am Ende nur von der ins Unendliche sich erstreckenden Anziehung derselben bewirkt, und jeder Materie nach dem Maasse ihrer Zurückstossungskraft ertheilt werden.

Die Wirkung von der allgemeinen Anziehung, die alle Materie auf alle und in allen Entfernungen unmittelbar ausübt, heisst die Gravitation; die Bestrebung in der Richtung der grösseren Gravitation sich zu bewegen, ist die Schwere. Die Wirkung von der durchgängigen repulsiven Kraft der Theile jeder gegebenen Materie heisst dieser ihre ursprüngliche Elasticität. Diese also und die Schwere machen die einzigen *a priori* einzusehenden allgemeinen Charaktere der Materie, jene innerliche, diese im äusseren Verhältnisse, aus; denn auf den Gründen beider beruht die Möglichkeit der Materie selbst: Zusammenhang, wenn er als die wechselseitige Anziehung der Materie, die lediglich auf die Bedingung der Berührung eingeschränkt ist, erklärt wird, gehört nicht zur Möglichkeit der Materie überhaupt, und kann daher *a priori* als damit verbunden nicht erkannt werden. Diese Eigenschaft würde also nicht metaphysisch, sondern physisch seyn, und daher nicht zu unsern gegenwärtigen Betrachtungen gehören.

Anmerkung 1.

Eine kleine Vorerinnerung zum Behufe des Versuchs einer solchen vielleicht möglichen Construction kann ich doch nicht unterlassen beizufügen.

1. Von einer jeden Kraft, die in verschiedene Welten unmittelbar wirkt, und in Ansehung des Grades, womit sie auf einen jeden in gewisser Weite gegebenen Punct bewegende Kraft ausübt, nur durch die Grösse des Raumes, in welchem sie sich ausbreiten muss, um auf jenen Punct zu wirken, eingeschränkt wird, kann man sagen: dass sie in allen Räumen, in die sie sich verbreitet, so klein oder gross sie auch seyn mögen, immer ein gleiches Quantum ausmache, dass aber der Grad ihrer Wirkung auf jenen Punct in diesem Raume jederzeit im umgekehrten Verhältniss des Raumes stehe, in welchen sie sich hat verbreiten müssen, um auf ihn wirken zu können. So breitet sie z. B. von einem leuchtenden Punct das Licht allerwärts in Kugelflächen aus, die mit den Quadraten der Entfernung immer wachsen, und das Quantum der Erleuchtung ist in allen diesen ins Unendliche grösseren Kugelflächen im Ganzen immer dasselbe, woraus aber folgt, dass ein in dieser Kugelfläche angenommener gleicher Theil dem Grade nach desto weniger erleuchtet seyn müsse, als jene Fläche der Verbreitung eben desselben Lichtquantums grösser ist, und so bei allen anderen Kräften und Gesetzen, nach welchen sie sich entweder in Flächen, oder auch körperlichen Raum verbreiten müssen, um ihrer Natur nach auf entfernte Gegenstände zu wirken. Es ist besser, die Verbreitung einer bewegenden Kraft aus einem Punct in alle Weiten so vorzustellen, als auf die gewöhnliche Art, wie es unter andern in der Optik geschieht, durch von einem Mittelpunct auseinanderlaufende Cirkelstrahlen. Denn da auf solche Art gezogene Linien niemals den Raum, durch den sie gehen, und also auch nicht die Fläche, auf die sie treffen, füllen können, so viel deren auch gezogen oder angelegt werden, welches die unvermeidliche Folge ihrer Divergenz ist, so geben sie nur zu beschwerlichen Folgerungen, diese aber zu Hypothesen Anlass, die gar wohl vermieden werden könnten, wenn man blos die Grösse der ganzen Kugelfläche in Betrachtung zöge, die von derselben Quantität Licht **gleichförmig** erleuchtet werden soll, und den Grad der Erleuchtung derselben in jeder Stelle, wie natürlich, in umgekehrtem Verhältnisse ihrer Grösse zum Ganzen nimmt, und so bei aller

anderer Verbreitung einer Kraft durch Räume von verschiedener Grösse.

2. Wenn die Kraft eine unmittelbare Anziehung in die Ferne ist, so muss um desto mehr die Richtungslinie der Anziehung nicht, als ob sie von dem ziehenden Puncte wie Strahlen ausliefen, sondern so wie sie von allen Puncten der umgebenden Kugelfläche (deren Halbmesser jene gegebene Weite ist) zum ziehenden Punct zusammenlaufen, vorgestellt werden. Denn selbst die Richtungslinie der Bewegung zum Puncte hin, der die Ursache und Ziel derselben ist, giebt schon den *terminus a quo* an, von wo die Linien anfangen müssen, nämlich von allen Puncten der Oberfläche, von dem sie zum ziehenden Mittelpuncte und nicht umgekehrt ihre Richtung haben: denn jene Grösse der Fläche bestimmt allein die Menge der Linien, der Mittelpunct lässt sie unbestimmt *.

---

*) Es ist unmöglich, nach Linien, die sich strahlenweise aus einem Puncte ausbreiten, Flächen in gegebenen Entfernungen als mit der Wirkung derselben, sie sey Erleuchtung oder Anziehung, ganz erfüllt vorzustellen. So würde bei solchen auslaufenden Lichtstrahlen die geringere Erleuchtung einer entfernten Fläche blos darauf beruhen, dass zwischen den erleuchteten Stellen unerleuchtete, und diese desto grösser, je weiter die Fläche entfernt, übrig bleiben. Euler's Hypothese vermeidet diese Unschicklichkeit, hat aber freilich desto mehr Schwierigkeit, die geradlinige Bewegung des Lichts begreiflich zu machen. Diese Schwierigkeit aber rührt von einer gar wohl vermeidlichen mathematischen Vorstellung der Lichtmaterie, als einer Anhäufung von Kügelchen her, die freilich, nach ihrer verschiedentlich schiefen Lage gegen die Richtung des Stosses, Seitenbewegung des Lichts geben würde, da an dessen Statt nichts hindert, diese Materie als ein ursprünglich Flüssiges, und zwar durch und durch, ohne in feste Körperchen zertheilt zu seyn, zu denken. Will der Mathematiker die Abnahme des Lichts bei zunehmender Entfernung anschaulich machen, so bedient er sich auslaufender Cirkelstrahlen, um auf der Kugelfläche ihrer Verbreitung die Grösse des Raumes, darin dieselbe Quantität des Lichts zwischen diesen Cirkelstrahlen gleichförmig verbreitet werden soll, mithin die Verringerung des Grades der Erleuchtung darzustellen; er will aber nicht, dass man diese Strahlen als die einzig erleuchtenden ansehen solle, gleich als ob immer lichtleere Plätze, die bei grösserer Weite grösser würden, zwischen ihnen anzutreffen wären. Will man jede solcher Flächen als durchaus erleuchtet sich vorstel-

3. Wenn die Kraft eine unmittelbare Zurückstossung ist, dadurch ein Punct (in der blos mathematischen Darstellung) einen Raum dynamisch erfüllt, und es ist die Frage, nach welchem Gesetze der unendlich kleinen Entfernungen (die hier den Berührungen gleich gelten) eine ursprüngliche repulsive Kraft (deren Einschränkung folglich lediglich auf dem Raum beruht, in dem sie verbreitet worden) in verschiedenen Entfernungen wirke: so kann man noch weniger diese Kraft durch divergirende Zurückstossungsstrahlen aus dem angenommenen repellirenden Puncte vorstellig machen, obgleich die Richtung der Bewegung ihn zum *terminus a quo* hat, weil der Raum, in welchem die Kraft verbreitet werden muss, um in der Entfernung zu wirken, ein körperlicher Raum ist, der als erfüllt gedacht werden soll (wovon die Art, wie nämlich ein Punct durch bewegende Kraft dieses, d. i. dynamisch, einen Raum körperlich erfüllen könne, freilich keiner weiteren mathematischen Darstellung fähig ist) und divergirende Strahlen aus einem Puncte die repellirende Kraft eines körperlichen erfüllten Raums unmöglich vorstellig machen können, sondern man würde die Zurückstossung, bei verschiedenen unendlich kleinen Entfernungen dieser einander treibenden Puncte, schlechterdings blos in umgekehrtem Verhältnisse der körperlichen Räume, die jeder dieser Puncte dynamisch erfüllt, mithin des Cubus der Entfernungen derselben von einander, schätzen, ohne sie construiren zu können.

4. Also würde die ursprüngliche Anziehung der Materie in umgekehrtem Verhältniss der Quadrate der Entfernung in alle Weiten, die ursprüngliche Zurückstossung in umgekehrtem

---

len, so muss dieselbe Quantität der Erleuchtung, die die kleinere bedeckt, auf der grösseren als gleichförmig gedacht werden, und müssen also, um die geradlinige Richtung anzuzeigen, von der Fläche und allen ihren Puncten zu dem leuchtenden gerade Linien gezogen werden. Die Wirkung und ihre Grösse muss vorher gedacht seyn und darauf die Ursache verzeichnet werden. Eben dieses gilt von den Anziehungsstrahlen, wenn man sie so nennen will, ja von allen Richtungen der Kräfte, die von einem Puncte aus, einen Raum, und wäre er auch ein körperlicher, erfüllen sollen.

Verhältniss der Würfel der unendlich kleinen Entfernungen wirken, und durch eine solche Wirkung und Gegenwirkung beider Grundkräfte würde Materie von einem bestimmten Grade der Erfüllung ihres Raumes möglich seyn; weil, da die Zurückstossung bei Annäherung der Theile in grösserem Maasse wächst, als die Anziehung die Grenze der Annäherung, über die durch gegebene Anziehung keine grössere möglich ist, mithin auch jener Grad der Zusammendrückung bestimmt ist, der das Maass der intensiven Erfüllung des Raumes ausmacht.

Anmerkung 2.

Ich sehe wohl die Schwierigkeit dieser Erklärungsart, der Möglichkeit einer Materie überhaupt, die darin besteht, dass, wenn ein Punct durch repulsive Kraft unmittelbar keinen anderen treiben kann, ohne zugleich den ganzen körperlichen Raum bis zu der gegebenen Entfernung durch seine Kraft zu erfüllen, dieser alsdann, wie zu folgen scheint, mehrere treibende Puncte enthalten müsste, welches der Voraussetzung widerspricht, und oben (Lehrsatz 4), unter dem Namen einer Sphäre der Zurückstossung des Einfachen im Raume, widerlegt worden. Es ist aber ein Unterschied zwischen dem Begriffe eines wirklichen Raumes, der gegeben werden kann, und der blossen Idee von einem Raume, der lediglich zur Bestimmung des Verhältnisses gegebener Räume gedacht wird, in der That aber kein Raum ist, zu machen. In dem angeführten Falle einer vermeinten physischen Monadologie sollten es wirkliche Räume seyn, welche von einem Puncte dynamisch, nämlich durch Zurückstossung, erfüllt wären, denn sie existiren, als Puncte, vor aller daraus möglichen Erzeugung der Materie, und bestimmten durch die ihnen eigene Sphäre ihrer Wirksamkeit den Theil des zu erfüllenden Raumes, der ihnen angehören könnte. Daher kann in gedachter Hypothese die Materie auch nicht als ins Unendliche theilbar und als Quantum continuum angesehen werden; denn die Theile, die unmittelbar einander zurückstossen, haben doch eine bestimmte Entfernung von einander (die Summe der Halbmesser der Sphäre ihrer Zurückstossung); dagegen,

wenn wir, wie es wirklich geschieht, die Materie als stätige Grösse denken, ganz und gar keine Entfernung der einander unmittelbar zurückstossenden Theile stattfindet, folglich auch keine grösser oder kleiner werdende Sphäre ihrer unmittelbaren Wirksamkeit. Nun können sich aber Materien ausdehnen, oder zusammengedrückt werden (wie die Luft), und da stellt man sich eine Entfernung ihrer nächsten Theile vor, die da wachsen und abnehmen können. Weil aber die nächsten Theile einer stätigen Materie einander berühren, sie mag nun weiter ausgedehnt oder zusammengedrückt seyn, so denkt man sich jene Entfernungen von einander als unendlich-klein, und diesen unendlich kleinen Raum als im grösseren oder kleineren Grade von ihrer Zurückstossungskraft erfüllt vor. Der unendlich kleine Zwischenraum ist aber von der Berührung gar nicht unterschieden, also nur die Idee vom Raume, die dazu dient, um die Erweiterung einer Materie, als stätiger Grösse, anschaulich zu machen, ob sie zwar wirklich, so, gar nicht begriffen werden kann. Wenn es also heisst: die zurückstossenden Kräfte der einander unmittelbar treibenden Theile der Materie stehen in umgekehrtem Verhältnisse der Würfel ihrer Entfernungen, so bedeutet das nur: sie stehen in umgekehrtem Verhältnisse der körperlichen Räume, die man sich zwischen Theilen denkt, die einander dennoch unmittelbar berühren, und deren Entfernung eben darum unendlich klein genannt werden muss, damit sie von aller wirklichen Entfernung unterschieden werde. Man muss also aus den Schwierigkeiten der Construction eines Begriffs, oder vielmehr aus der Missdeutung derselben, keinen Einwurf wider den Begriff selbst machen; denn sonst würde er die mathematische Darstellung der Proportion, mit welcher die Anziehung in verschiedenen Entfernungen geschieht, eben sowohl, als diejenigen, wodurch ein jeder Punct in einem sich ausdehnenden oder zusammengedrückten Ganzen von Materie den andern unmittelbar zurückstösst, treffen. Das allgemeine Gesetz der Dynamik würde in beiden Fällen dieses seyn: die Wirkung der bewegenden Kraft, die von einem Puncte auf jeden anderen ausser ihm ausgeübt wird, verhält sich umgekehrt wie der Raum, in welchem dasselbe Quantum

der bewegenden Kraft sich hat ausbreiten müssen, um auf diesen Punct unmittelbar in der bestimmten Entfernung zu wirken.

Aus dem Gesetze der ursprünglich einander zurückstossenden Theile der Materie in umgekehrtem cubischen Verhältnisse ihrer unendlich kleinen Entfernungen müsste also nothwendig ein ganz anderes Gesetz der Ausdehnung und Zusammendrükkung derselben, als das Mariotte'sche der Luft, folgen, denn dieses beweist fliehende Kräfte ihrer nächsten Theile, die in umgekehrtem Verhältnisse ihrer Entfernungen stehen, wie Newton darthut (*Princ. Ph. N. Lib. II. Propos.* 23. *Schol.*). Allein man kann die Ausspannungskraft der letzteren auch nicht als die Wirkung ursprünglich zurückstossender Kräfte ansehen, sondern sie beruht auf der Wärme, die nicht blos als eine in sie eingedrungene Materie, sondern allem Ansehen nach durch ihre Erschütterungen die eigentlichen Lufttheile (denen man überdies wirkliche Entfernungen von einander zugestehen kann) nöthigt, einander zu fliehen. Dass aber diese Bebungen der einander nächsten Theile eine Fliehkraft, die in umgekehrtem Verhältnisse ihrer Entfernungen steht, ertheilen müsse, lässt sich nach den Gesetzen der Mittheilung der Bewegung durch Schwingung elastischer Materien wohl begreiflich machen.

Noch erkläre ich, dass ich nicht wolle, dass gegenwärtige Exposition des Gesetzes einer ursprünglichen Zurückstossung als zur Absicht meiner metaphysischen Behandlung der Materie nothwendig gehörig angesehen, noch die letztere (welcher es genug ist, die Erfüllung des Raums als dynamische Eigenschaft derselben dargestellt zu haben) mit den Streitigkeiten und Zweifeln, welche die erste treffen könnten, bemengt werde.

Allgemeiner Zusatz zur Dynamik.

Wenn wir nach allen Verhandlungen derselben zurücksehen, so werden wir bemerken, dass darin zuerst das Reelle im Raume (sonst genannt das Solide) in der Erfüllung desselben durch Zurückstossungskraft, zweitens Das, was in Ansehung des ersteren, als des eigentlichen Objects unserer äusseren Wahrnehmung, **negativ**

ist, nämlich die Anziehungskraft, durch welche, so viel an ihr ist, aller Raum würde durchdrungen, mithin das Solide gänzlich aufgehoben werden; drittens die **Einschränkung** der ersteren Kraft durch die zweite und die daher rührende Bestimmung des Grades einer Erfüllung des Raumes in Betrachtung gezogen, mithin die Qualität der Materie unter den Titeln der Realität, Negation und Limitation, so viel es einer metaphysischen Dynamik zukommt, vollständig abgehandelt worden.

Allgemeine Anmerkung zur Dynamik.

Das allgemeine Princip der Dynamik der materiellen Natur ist: dass alles Reale der Gegenstände äusserer Sinne, die Das, was nicht blos Bestimmung des Raums (Ort, Ausdehnung und Figur) ist, als bewegende Kraft angesehen werden müsse; wodurch also das sogenannte Solide, oder die absolute Undurchdringlichkeit, als ein leerer Begriff, aus der Naturwissenschaft verwiesen und an ihrer Statt zurücktreibende Kraft gesetzt, dagegen aber die wahre und unmittelbare Anziehung gegen alle Vernünfteleien einer sich selbst missverstehenden Metaphysik vertheidigt, und, als Grundkraft, selbst zur Möglichkeit des Begriffs von Materie für nothwendig erklärt wird. Hieraus entspringt nun die Folge: dass der Raum, wenn man es nöthig finden sollte, auch ohne leere Zwischenräume innerhalb der Materie auszustreuen, allenfalls durchgängig und gleichwohl in verschiedenem Grade erfüllt angenommen werden könne. Denn es kann nach dem ursprünglich verschiedenen Grade der repulsiven Kräfte, auf denen die erste Eigenschaft der Materie, nämlich die, einen Raum zu erfüllen, beruht, ihr Verhältniss zur ursprünglichen Anziehung (es sey einer jeden Materie für sich selbst, oder zur vereinigten Anziehung aller Materie des Universums) unendlich verschieden gedacht werden; weil die Anziehung auf der Menge der Materie in einem gegebenen Raume beruht, da hingegen die expansive Kraft derselben auf dem Grade, ihn zu erfüllen, der specifisch sehr un-

terschieden seyn kann (wie etwa dieselbe Quantität Luft in demselben Volumen nach ihrer grösseren oder minderen Erwärmung mehr oder weniger Elasticität beweist); wovon der allgemeine Grund dieser ist: dass durch wahre Anziehung alle Theile der Materie unmittelbar auf alle Theile der andern, durch expansive Kraft aber nur die in der Berührungsfläche wirken, wobei es einerlei ist, ob hinter dieser viel oder wenig von dieser Materie angetroffen werde. Hieraus allein entspringt nun schon ein grosser Vortheil für die Naturwissenschaft, weil ihr dadurch die Last abgenommen wird, aus dem Vollen und Leeren eine Welt blos nach der Phantasie zu zimmern, vielmehr alle Räume voll und doch in verschiedenem Maasse erfüllt gedacht werden können, wodurch der leere Raum wenigstens seine Nothwendigkeit verliert und auf den Werth einer Hypothese zurückgesetzt wird, da er sonst, unter dem Vorwande einer zu Erklärung der verschiedentlichen Grade der Erfüllung des Raums nothwendigen Bedingung, sich des Titels eines Grundsatzes anmaassen konnte.

Bei allem Diesem ist der Vortheil einer hier methodischgebrauchten Metaphysik, in Abstellung gleichfalls metaphysischer, aber nicht auf die Probe der Kritik gebrachter Principien, augenscheinlich nur negativ. Indirect wird gleichwohl dadurch dem Naturforscher sein Feld erweitert; weil die Bedingungen, durch die er es vorher selbst einschränkte, und wodurch alle ursprünglichen Bewegungskräfte wegphilosophirt wurden, jetzt ihre Gültigkeit verlieren. Man hüte sich aber über Das, was den allgemeinen Begriff einer Materie überhaupt möglich macht, hinauszugehen, und die besondere oder sogar specifische Bestimmung und Verschiedenheit derselben *a priori* erklären zu wollen. Der Begriff der Materie wird auf lauter bewegende Kräfte zurückgeführt, welches man auch nicht anders erwarten konnte, weil im Raume keine Thätigkeit, keine Veränderung, als blos Bewegung gedacht werden kann. Allein wer will die Möglichkeit der Grundkräfte einsehen? sie können nur angenommen werden, wenn sie zu einem Begriff, von dem es erweislich ist, dass er ein Grundbegriff sey, der von keinem andern weiter abgeleitet werden kann (wie der der Er-

füllung des Raums), unvermeidlich gehören, und dieses sind Zurückstossungs- und ihnen entgegenwirkende Anziehungskräfte überhaupt. Von dieser ihrer Verknüpfung und Folgen können wir allenfalls noch wohl *a priori* urtheilen, welche Verhältnisse derselben unter einander man sich, ohne sich selbst zu widersprechen, denken könne, aber sich darum doch nicht anmaassen, eine derselben als wirklich anzunehmen, weil zur Befugniss, eine Hypothese zu errichten, unnachlasslich gefordert wird: dass die Möglichkeit Dessen, was man annimmt, völlig gewiss sey, bei Grundkräften aber die Möglichkeit derselben niemals eingesehen werden kann. Und hierin hat die mathematisch-mechanische Erklärungsart über die metaphysisch-dynamische einen Vortheil, der ihr nicht abgewonnen werden kann, nämlich aus einem durchgehends gleichartigen Stoffe, durch die mannigfaltige Gestalt der Theile, vermittelst eingestreuter leerer Zwischenräume, eine grosse specifische Mannigfaltigkeit der Materien, sowohl ihrer Dichtigkeit als Wirkungsart nach (wenn fremde Kräfte hinzukommen), zu Stande zu bringen. Denn die Möglichkeit der Gestalten sowohl als der leeren Zwischenräume lässt sich mit mathematischer Evidenz darthun: dagegen, wenn der Stoff selbst in Grundkräfte verwandelt wird (deren Gesetze *a priori* zu bestimmen, noch weniger aber eine Mannigfaltigkeit derselben, welche zu Erklärung der specifischen Verschiedenheit der Materie zureichte, zuverlässig anzugeben, wir nicht im Stande sind), uns alle Mittel abgehen, diesen Begriff der Materie zu construiren, und, was wir allgemein dachten, in der Anschauung als möglich darzustellen. Aber jenen Vortheil büsst dagegen eine blos mathematische Physik auf der andern Seite doppelt ein, indem sie erstlich einen leeren Begriff (der absoluten Undurchdringlichkeit) zum Grunde legen, zweitens alle der Materie eigene Kräfte aufgeben muss, und überdies noch mit ihren ursprünglichen Configurationen des Grundstoffs und Einstreuung der leeren Räume, nachdem es das Bedürfniss zu erklären erfordert, der Einbildungskraft im Felde der Philosophie mehr Freiheit, ja gar rechtmässigen Anspruch verstatten muss, als sich wohl mit der Behutsamkeit der letzteren zusammenräumen lässt.

Statt einer hinreichenden Erklärung der Möglichkeit der Materie und ihrer specifischen Verschiedenheit aus jenen Grundkräften, die ich nicht zu leisten vermag, will ich die Momente, worauf ihre specifische Verschiedenheit sich insgesammt *a priori* bringen (obgleich nicht eben so ihrer Möglichkeit nach begreifen) lassen muss, wie ich hoffe, vollständig darstellen. Die zwischen die Definitionen geschobenen Anmerkungen werden die Anwendung derselben erläutern.

1. Ein **Körper**, in physischer Bedeutung, ist eine Materie zwischen bestimmten Grenzen (die also eine Figur hat). Der Raum zwischen diesen Grenzen, seiner Grösse nach betrachtet, ist der **Raumesinhalt** *(volumen)*. Der Grad der Erfüllung eines Raumes von bestimmtem Inhalt heisst **Dichtigkeit**. Sonst wird der Ausdruck dicht auch absolut gebraucht für Das, was nicht hohl (blasig, löcherig) ist. In dieser Bedeutung giebt es eine absolute Dichtigkeit in dem System der absoluten Undurchdringlichkeit, und zwar, wenn eine Materie gar keine leeren Zwischenräume enthält. Nach diesem Begriffe von Erfüllung des Raumes stellt man Vergleichungen an, und nennt eine Materie dichter als die andere, die weniger Leeres in sich enthält, bis endlich die, in der kein Theil des Raumes leer ist, vollkommen dicht heisst. Des letzteren Ausdrucks kann man sich nur nach dem blos mathematischen Begriffe der Materie bedienen, allein im dynamischen System einer blos relativen Undurchdringlichkeit giebt es kein Maximum oder Minimum der Dichtigkeit, und gleichwohl kann jede noch so dünne Materie doch völlig dicht heissen, wenn sie ihren Raum ganz erfüllt, ohne leere Zwischenräume zu enthalten, mithin ein Continuum, nicht ein Interruptum ist; allein sie ist doch in Vergleichung mit einer andern weniger dicht, in dynamischer Bedeutung, wenn sie ihren Raum zwar ganz, aber nicht in gleichem Grade erfüllt. Allein auch in dem letzteren System ist es unschicklich, sich ein Verhältniss der Materien ihrer Dichtigkeit nach zu denken, wenn man sie sich nicht unter einander als specifisch gleichartig vorstellt, so dass eine aus der andern durch blosse Zusammendrückung erzeugt werden kann. Da nun das Letztere

nicht eben nothwendig zur Natur aller Materie an sich erforderlich zu seyn scheint, so kann zwischen ungleichartigen Materien keine Vergleichung in Ansehung der Dichtigkeit füglich stattfinden, z. B. zwischen Wasser und Quecksilber, obzwar es im Gebrauche ist.

2. Anziehung, so ferne sie blos als in der Berührung wirksam gedacht wird, heisst **Zusammenhang.** (Zwar thut man durch sehr gute Versuche dar, dass dieselbe Kraft, die in der Berührung Zusammenhang heisst, auch in sehr kleiner Entfernung wirksam befunden werde; allein die Anziehung heisst doch nur Zusammenhang, so ferne ich sie blos in der Berührung denke, der gemeinen Erfahrung gemäss, bei welcher sie in kleinen Entfernungen kaum wahrgenommen wird. Zusammenhang wird gemeinhin für eine ganz allgemeine Eigenschaft der Materie angenommen, nicht, als ob man zu ihr schon durch den Begriff einer Materie geleitet würde, sondern weil die Erfahrung sie allerwärts darthut. Allein diese Allgemeinheit muss nicht collectiv verstanden werden, als ob jede Materie durch diese Art der Anziehung auf jede andere im Weltraume zugleich wirkte, — dergleichen die der Gravitation ist — sondern blos disjunctiv, nämlich auf eine oder die andere, von welcher Art Materien sie auch seyn mag, die mit ihr in Berührung kommt. Um deswillen, und da diese Anziehung, wie es verschiedene Beweisgründe darthun können, nicht durchdringend, sondern nur Flächenkraft ist, da sie selbst als solche nicht einmal allerwärts nach der Dichtigkeit sich richtet, da zur völligen Stärke des Zusammenhanges ein vorhergehender Zustand der Flüssigkeit der Materien und der nachmaligen Erstarrung derselben erforderlich ist und die allergenauste Berührung gebrochener fester Materien in eben denselben Flächen, mit denen sie vorher so stark zusammenhingen, z. B. eines Spiegelglases, wo es einen Riss hat, dennoch bei Weitem den Grad der Anziehung nicht mehr verstattet, den es von seiner Erstarrung nach dem Flusse her hatte, so halte ich diese Attraction in der Berührung für keine Grundkraft der Materie, sondern eine nur abgeleitete; wovon weiter unten ein Mehreres.) Eine Materie, deren Theile, ungeachtet

ihres noch so starken Zusammenhanges unter einander, dennoch von jeder noch so kleinen bewegenden Kraft an einander können verschoben werden, ist **flüssig.** Theile einer Materie werden aber an einanden **verschoben,** wenn sie, ohne das Quantum der Berührung zu vermindern, nur genöthigt werden, diese unter einander zu verwechseln. Theile, mithin auch Materien, werden **getrennt,** wenn die Berührung nicht blos mit andern verwechselt, sondern aufgehoben, oder ihr Quantum vermindert wird. Ein **fester** — besser ein **starrer** — Körper *(corpus rigidum)* ist der, dessen Theile nicht durch jede Kraft an einander verschoben werden können — die folglich mit einem gewissen Grade von Kraft dem Verschieben widerstehen. — Das Hinderniss des Verschiebens der Materien an einander ist die **Reibung.** Der Widerstand gegen die Trennung sich berührender Materien ist der Zusammenhang. Flüssige Materien erleiden also in ihrer Theilung keine Reibung, sondern wo diese angetroffen wird, werden die Materien als starr — in grösserem oder minderem Grade, deren die letzte Klebrigkeit *(viscositas)* heisst, wenigstens ihren kleineren Theilen nach, angenommen. Der starre Körper ist **spröde,** wenn seine Theile nicht können an einander verschoben werden, ohne zu reissen — mithin wenn der Zusammenhang derselben nicht kann verändert, ohne zugleich aufgehoben zu werden. (Man setzt sehr unrichtig den Unterschied der flüssigen und festen Materien in den verschiedenen Grad des Zusammenhanges ihrer Theile. Denn, um eine Materie flüssig zu nennen, kommt es nicht auf den Grad des Widerstandes an, den sie dem Zerreissen, sondern nur dem Verschieben ihrer Theile an einander entgegensetzt. Jener kann so gross seyn, als man will, so ist dieser doch jederzeit in einer flüssigen Materie = 0. Man betrachte einen Tropfen Wasser. Wenn ein Theilchen innerhalb desselben durch eine noch so grosse Attraction der Nebentheile, die es berühren, nach der einen Seite gezogen wird, so wird eben dasselbe doch auch gerade eben so viel nach der entgegengesetzten ge-

zogen, und, da die Attractionen beiderseitig ihre Wirkungen aufheben, ist das Partikelchen eben so leicht beweglich, als ob es im leeren Raume sich befände, nämlich die Kraft, die es bewegen soll, hat keinen Zusammenhang zu überwinden, sondern nur die sogenannte Trägheit, die sie bei aller Materie, wenn sie gleich gar nicht womit zusammenhinge, überwinden müsste. Daher wird ein kleines mikroskopisches Thierchen sich so leicht darin bewegen, als ob gar kein Zusammenhang zu trennen wäre. Denn es hat wirklich keinen Zusammenhang des Wassers anfzuheben und die Berührung desselben unter sich zu vermindern, sondern nur zu verändern. Denkt Euch aber eben dieses Thierchen, als ob es sich durch die äussere Oberfläche des Tropfens durcharbeiten wollte, so ist erstlich zu merken, dass die wechselseitige Anziehung der Theile dieses Wasserklümpchens es macht, dass sie sich so lange bewegen, bis sie in die grösste Berührung unter einander, mithin in die kleinste Berührung mit dem leeren Raum gekommen sind, d. i. eine Kugelgestalt gebildet haben. Wenn nun das genannte Insect sich über die Oberfläche des Tropfens hinaus zu arbeiten bestrebt ist, so muss es die Kugelgestalt verändern, folglich mehr Berührung des Wassers mit dem leeren Raum, und also auch weniger Berührung der Theile desselben unter einander bewirken, d. i. ihren Zusammenhang vermindern, und da widersteht ihm das Wasser allererst durch seinen Zusammenhang, aber nicht innerhalb des Tropfens, wo die Berührung der Theile unter einander gar nicht vermindert, sondern nur in die Berührung mit andern Theilen verändert wird, mithin diese nicht im Mindesten getrennt, sondern nur verschoben worden. Auch kann man auf das mikroskopische Thierchen und zwar aus ähnlichen Gründen anwenden, was Newton vom Lichtstrahl sagt, dass er nicht durch die dichte Materie, sondern nur durch den leeren Raum zurückgeschlagen werde. Es ist also klar, dass die Vergrösserung des Zusammenhanges der Theile einer Materie ihrer Flüssigkeit nicht den mindesten Abbruch thue. Wasser hängt in seinen Theilen weit stärker zusammen, als man gemeiniglich glaubt, wenn man sich auf den Versuch einer von der Oberfläche des Wassers losgerissenen metallenen Platte ver-

lässt, welcher nichts entscheidet, weil hier das Wasser nicht in der ganzen Fläche der ersten Berührung, sondern in einer viel kleineren reisst, zu welcher es nämlich durch das Verschieben seiner Theile endlich gelangt ist, wie etwa ein Stab von weichem Wachse sich durch ein angehängtes Gewicht erstlich dünner ziehen lässt, und alsdann in einer weit kleineren Fläche reissen muss, als man anfänglich annahm. Was aber in Ansehung unsers Begriffs der Flüssigkeit ganz entscheidend ist, ist dieses: dass flüssige Materien auch als solche erklärt werden können, deren jeder Punct nach allen Directionen mit eben derselben Kraft sich zu bewegen trachtet, mit welcher er nach irgend einer gedrückt wird; eine Eigenschaft, auf der das erste Gesetz der Hydrodynamik beruht, die aber einer Anhäufung von glatten und dabei festen Körperchen, wie eine ganz leichte Auflösung ihres Drucks nach Gesetzen der zusammengesetzten Bewegung zeigen kann, niemals beigelegt werden kann, und dadurch die Originalität der Eigenschaft der Flüssigkeit beweist. Würde nun die flüssige Materie das mindeste Hinderniss des Verschiebens, mithin auch nur die kleinste Reibung erleiden, so würde diese mit der Stärke des Druckes, womit die Theile derselben an einander gepresst werden, wachsen und endlich ein Druck stattfinden, bei welchem die Theile dieser Materie sich nicht an einander durch jede kleine Kraft verschieben lassen, z. B. in einer gebogenen Röhre von zwei Schenkeln, deren der eine so weit seyn mag, als man will, der andere so enge, als man will, ausser, dass er nur nicht ein Haarröhrchen ist — würde, wenn man beide Schenkel einige hundert Fuss hoch denkt, die flüssige Materie in der engen eben so hoch stehen, als in der weiten, nach Gesetzen der Hydrostatik. Weil aber der Druck auf den Boden der Röhren und also auch auf den Theil, der beide in Gemeinschaft stehende Röhren verbindet, in Proportion der Höhen ins Unendliche immer grösser gedacht werden kann, so müsste, wenn die mindeste Reibung zwischen den Theilen des Flüssigen stattfände, eine Höhe der Röhren gefunden werden können, bei der eine kleine Quantität Wasser in die engere Röhre gegossen, das in der

weiteren nicht aus seiner Lage verrücken, mithin die Wassersäule in dieser höher zu stehen kommen würde, als in jener, weil sich die unteren Theile, bei so grossem Drucke derselben gegen einander, nicht mehr durch so kleine bewegende Kraft, als das zugesetzte Gewicht Wasser ist, verschieben liessen, welches der Erfahrung und selbst dem Begriffe des Flüssigen zuwider ist. Eben dasselbe gilt, wenn man statt des Drucks durch die Schwere den Zusammenhang der Theile setzt, er mag so gross seyn, wie er will. Die angeführte zweite Definition der Flüssigkeit, worauf das Grundgesetz der Hydrostatik beruht, nämlich dass sie die Eigenschaft einer Materie sey, da ein jeder Theil derselben sich nach allen Seiten mit eben derselben Kraft zu bewegen bestrebt ist, womit er in einer gegebenen Direction gedrückt wird, folgt aus der ersten Definition, wenn man damit den Grundsatz der allgemeinen Dynamik verbindet, dass alle Materie ursprünglich elastisch sey, da denn diese nach jeder Seite des Raums, darin sie zusammengedrückt ist, mit derselben Kraft sich zu erweitern, d. i. (wenn die Theile einer Materie sich an einander durch jede Kraft ohne Hinderniss verschieben lassen, wie es bei der flüssigen so wirklich ist) sich zu bewegen bestrebt seyn muss, womit der Druck in einer jeden Richtung, welche es auch sey, geschieht. Also sind es eigentlich nur die starren Materien (deren Möglichkeit noch ausser dem Zusammenhange der Theile eines andern Erklärungsgrundes bedarf), denen man Reibung beilegen darf, und die Reibung setzt schon die Eigenschaft der Rigidität voraus. Warum aber gewisse Materien, ob sie gleich vielleicht nicht grössere, vielleicht wohl gar kleinere Kraft des Zusammenhanges haben, als andere flüssige, dennoch dem Verschieben der Theile so mächtig widerstehen, und daher nicht anders, als durch Aufhebung des Zusammenhanges aller Theile in einer gegebenen Fläche zugleich, sich trennen lassen, welches denn den Schein eines vorzüglichen Zusammenhanges giebt; wie also starre Körper möglich seyen, das ist immer noch ein unaufgelöstes Problem, so leicht als auch die gemeine Naturlehre damit fertig zu werden glaubt.)

3. **Elasticität** (Springkraft) ist das Vermögen einer Materie, ihre durch eine andere bewegende Kraft veränderte Grösse oder Gestalt, bei Nachlassung derselben wiederum anzunehmen. Sie ist entweder expansive oder attractive Elasticität; jene, um nach der Zusammendrückung das vorige grössere, diese, um nach der Ausdehnung das vorige kleinere Volumen anzunehmen. (Die attractive Elasticität ist, wie es schon der Ausdruck zeigt, offenbar abgeleitet. Ein eiserner Drath, durch angehängte Gewichte gedehnt, springt, wenn man das Band abschneidet, in sein Volumen zurück. Vermöge derselben Attraction, die die Ursache seines Zusammenhanges ist, oder bei flüssigen Materien, wenn die Wärme dem Quecksilber plötzlich entzogen würde, würde die Materie desselben eilen, um das vorige kleinere Volumen wieder anzunehmen. Die Elasticität, die blos in Herstellung der vorigen Figur besteht, ist jederzeit attractiv, wie an einer gebogenen Degenklinge, da die Theile auf der convexen Fläche aus einander gezerrt, ihre vorige Nahheit anzunehmen trachten, und so kann auch ein kleiner Tropfen Quecksilber elastisch genannt werden. Aber die expansive Elasticität kann eine ursprüngliche, sie kann aber auch eine abgeleitete seyn. So hat die Luft eine abgeleitete Elasticität, vermittelst der Materie der Wärme, welche mit ihr innigst vereinigt ist, und deren Elasticität vielleicht ursprünglich ist. Dagegen muss der Grundstoff des Flüssigen, welches wir Luft nennen, dennoch als Materie überhaupt schon an sich Elasticität haben, welche ursprünglich heisst. Von welcher Art eine wahrgenommene Elasticität sey, ist in vorkommenden Fällen nicht möglich mit Gewissheit zu entscheiden.)

4. Die Wirkung bewegter Körper auf einander durch Mittheilung ihrer Bewegung heisst **mechanisch**; die der Materien aber, so ferne sie auch in Ruhe durch eigene Kräfte wechselseitig die Verbindung ihrer Theile verändern, heisst **chemisch**. Dieser chemische Einfluss heisst **Auflösung**, so ferne er die Trennung der Theile einer Materie zur Wirkung hat

(die mechanische Theilung, z. B. durch einen Keil, der zwischen die Theile einer Materie getrieben wird, ist also, weil der Keil nicht durch eigene Kraft wirkt, von einer chemischen gänzlich unterschieden); derjenige aber, der die Absonderung zweier durch einander aufgelöster Materien zur Wirkung hat, ist die **Scheidung.** Die Auflösung specifisch verschiedener Materien durch einander, darin kein Theil der einen angetroffen wird, der nicht mit einem Theile der andern von ihr specifisch unterschiedenen in derselben Proportion, wie die Ganzen, vereinigt wäre, ist die absolute Auflösung, und kann auch die chemische Durchdringung genannt werden. (Ob die auflösenden Kräfte, die in der Natur wirklich anzutreffen sind, eine vollständige Auflösung zu bewirken vermögen, mag unausgemacht bleiben. Hier ist nur die Frage davon, ob sich eine solche nur denken lasse. Nun ist offenbar, dass, so lange die Theile einer aufgelösten Materie noch Klümpchen *(moleculae)* sind, nicht minder eine Auflösung derselben möglich sey, als die der grösseren, ja dass diese wirklich so lange fortgehen müsse, wenn die auflösende Kraft bleibt, bis kein Theil mehr da ist, der nicht aus dem Auflösungsmittel und der aufzulösenden Materie, in der Proportion, darin beide zu einander im Ganzen stehen, zusammengesetzt wäre. Weil also in solchem Falle kein Theil von dem Volumen der Auflösung seyn kann, der nicht einen Theil des auflösenden Mittels enthielte, so muss dieses, als ein Continuum, das Volumen ganz erfüllen. Eben so, weil kein Theil eben desselben Volumens der Solution seyn kann, der nicht einen proportionirlichen Theil der aufgelösten Materie enthielte, so muss diese auch als ein Continuum den ganzen Raum, der das Volumen der Mischung ausmacht, erfüllen. Wenn aber zwei Materien, und zwar jede derselben ganz, einen und denselben Raum erfüllen, so durchdringen sie einander. Also würde eine vollkommene chemische Auflösung eine Durchdringung der Materien seyn, welche dennoch von der mechanischen gänzlich unterschieden wäre, indem bei der letzten gedacht wird, dass bei der grössern Annäherung bewegter Materien die repulsive Kraft der einen die der andern gänzlich überwiegen, und eine oder beide ihre

Ausdehnung auf nichts bringen können; da hingegen hier die Ausdehnung bleibt, nur dass die Materien nicht ausser einander, sondern in einander, d. i. durch Intussusception (wie man es zu nennen pflegt) zusammen einen der Summe ihrer Dichtigkeit gemässen Raum einnehmen. Gegen die Möglichkeit dieser vollkommenen Auflösung und also der chemischen Durchdringung ist schwerlich etwas einzuwenden, obgleich sie eine vollendete Theilung ins Unendliche enthält, die in diesem Falle doch keinen Widerspruch in sich fasst, weil die Auflösung eine Zeit hindurch continuirlich, mithin gleichfalls durch eine unendliche Reihe Augenblicke mit Acceleration geschieht, überdies durch die Theilung die Summe der Oberflächen der noch zu theilenden Materien wachsen, und da die auflösende Kraft continuirlich wirkt, die gänzliche Auflösung in einer anzugebenden Zeit vollendet werden kann. Die Unbegreiflichkeit einer solchen chemischen Durchdringung zweier Materien ist auf Rechnung der Unbegreiflichkeit der Theilbarkeit eines jeden Continuums überhaupt ins Unendliche zu schreiben. Geht man von dieser vollständigen Auflösung ab, so muss man annehmen, sie ginge nur bis zu gewissen kleinen Klumpen der aufzulösenden Materie, die in dem Auflösungsmittel in gesetzten Weiten von einander schwimmen, ohne dass man den mindesten Grund angeben kann, warum diese Klümpchen, da sie doch immer theilbare Materien sind, nicht gleichfalls aufgelöst werden. Denn, dass das Auflösungsmittel nicht weiter wirke, mag immer in der Natur, so weit Erfahrung reicht, seine gute Richtigkeit haben; es ist hier aber nur die Rede von der Möglichkeit einer auflösenden Kraft, die auch dieses Klümpchen und so ferner jedes andere, was noch übrig bleibt, auflöse, bis die Solution vollendet ist. Das Volumen, was die Auflösung einnimmt, kann der Summe der Räume, die die einander auflösenden Materien vor der Mischung einnahmen, gleich, oder kleiner, oder auch grösser seyn, nachdem die anziehenden Kräfte gegen die Zurückstossungen in Verhältniss stehen. Sie machen in der Auflösung jedes für sich und beide vereinigt ein elastisches Medium aus. Dieses kann auch allein einen hinreichenden Grund

angeben, warum die aufgelöste Materie sich durch ihre Schwere nicht wiederum vom auflösenden Mittel scheide. Denn die Anziehung des letzteren, da sie nach allen Seiten gleich stark geschieht, hebt ihren Widerstand selbst auf, und eine gewisse Klebrigkeit im Flüssigen anzunehmen, stimmt auch gar nicht mit der grossen Kraft, die dergleichen aufgelöste Materien, z. B. die Säuren mit Wasser verdünnt, auf metallische Körper ausüben, an die sie sich nicht blos anlegen, wie es geschehen müsste, wenn sie blos in ihrem Medium schwämmen, sondern die sie mit grosser Anziehungskraft von einander trennen, und im ganzen Raume des Vehikels verbreiten. Gesetzt auch, dass die Kunst keine chemischen Auflösungskräfte dieser Art, die eine vollständige Auflösung bewirkten, in ihrer Gewalt hätte, so könnte doch vielleicht die Natur sie in ihren vegetabilischen und animalischen Operationen beweisen, und dadurch vielleicht Materien erzeugen, die, ob sie zwar gemischt sind, doch keine Kunst wiederum scheiden kann. Diese chemische Durchdringung könnte auch selbst da angetroffen werden, wo die eine beider Materien durch die andere eben nicht zertrennt und im buchstäblichen Sinne aufgelöst wird, so wie etwa der Wärmestoff die Körper durchdringt, da, wenn er sich nur in leere Zwischenräume derselben vertheilte, die feste Substanz selbst kalt bleiben würde, weil diese nichts von ihr einnehmen könnte. Ingleichen könnte man sich sogar einen scheinbarlich freien Durchgang gewisser Materien durch andere auf solche Weise denken, z. B. der magnetischen Materie, ohne ihr dazu offene Gänge und leere Zwischenräume in allen, selbst den dichtesten Materien vorzubereiten. Doch es ist hier nicht der Ort, Hypothesen zu besonderen Erscheinungen, sondern nur das Princip, wonach sie alle zu beurtheilen sind, ausfindig zu machen. Alles, was uns des Bedürfnisses überhebt, zu leeren Räumen unsere Zuflucht zu nehmen, ist wirklicher Gewinn für die Naturwissenschaft. Denn diese geben gar zu viel Freiheit der Einbildungskraft, den Mangel der inneren Naturkenntniss durch Erdichtung zu ersetzen. Das absolut Leere und das absolut Dichte sind in der Naturlehre ungefähr Das, was der blinde Zufall und das blinde

Schicksal in der metaphysischen Weltwissenschaft sind, nämlich ein Schlagbaum für die herrschende Vernunft, damit entweder Erdichtung ihre Stelle einnehme, oder sie auf dem Polster dunkler Qualitäten zur Ruhe gebracht werde.)

Was nun aber das Verfahren in der Naturwissenschaft in Ansehung der vornehmsten aller ihrer Aufgaben, nämlich der Erklärung einer ins Unendliche möglichen specifischen Verschiedenheit der Materien betrifft, so kann man dabei nur zwei Wege einschlagen: den mechanischen, durch die Verbindung des Absolutvollen mit dem Absolutleeren, oder einen ihm entgegengesetzten dynamischen Weg, durch die blosse Verschiedenheit in der Verbindung der ursprünglichen Kräfte der Zurückstossung und Anziehung alle Verschiedenheiten der Materien zu erklären. Der erste hat zu Materialien seiner Ableitung die Atomen und das Leere. Ein Atom ist ein kleiner Theil der Materie, der physisch untheilbar ist. Physisch untheilbar ist eine Materie, deren Theile mit einer Kraft zusammenhängen, die durch keine in der Natur befindliche bewegende Kraft überwältigt werden kann. Ein Atom, fo ferne er sich durch seine Figur von andern specifisch unterscheidet, heisst ein erstes Körperchen. Ein Körper (oder Körperchen), dessen bewegende Kraft von seiner Figur abhängt, heisst Maschine. Die Erklärungsart der specifischen Verschiedenheit der Materien durch die Beschaffenheit und Zusammensetzung ihrer kleinsten Theile, als Maschinen, ist die mechanische Naturphilosophie: diejenige aber, welche aus Materien, nicht als Maschinen, d. i. blossen Werkzeugen äusserer bewegender Kräfte, sondern ihnen ursprünglich eigenen bewegenden Kräften der Anziehung und Zurückstossung die specifische Verschiedenheit der Materie ableitet, kann die dynamische Naturphilosophie genannt werden. (Die mechanische Erklärungsart, da sie der Mathematik am fügsamsten ist, hat unter dem Namen der Atomistik oder Corpuscularphilosophie mit weniger Abänderung vom alten Demokrit an bis auf Cartesius und selbst bis zu unseren Zeiten immer ihr Ansehen und ihren Einfluss auf die Principien der

Naturwissenschaft erhalten. Das Wesentliche derselben besteht in der Voraussetzung der absoluten Undurchdringlichkeit der primitiven Materie, in der absoluten Gleichartigkeit dieses Stoffs und dem allein übriggelassenen Unterschiede in der Gestalt, und in der absoluten Unüberwindlichkeit des Zusammenhanges der Materie in diesen Grundkörperchen selbst. Dies waren die Materialien zu Erzeugung der specifisch verschiedenen Materien, um nicht allein zu der Unveränderlichkeit der Gattungen und Arten einen unveränderlichen und gleichwohl verschiedentlich gestalteten Grundstoff bei der Hand zu haben, sondern auch aus der Gestalt dieser ersten Theile, als Maschinen (denen nichts weiter, als eine äusserlich eingedrückte Kraft fehlte), die mancherlei Naturwirkungen mechanisch zu erklären. Die erste und vornehmste Beglaubigung dieses Systems aber beruht auf der vorgeblich unvermeidlichen Nothwendigkeit, zum specifischen Unterschiede der Dichtigkeit der Materien leere Räume zu brauchen, die man innerhalb der Materien und zwischen jenen Partikeln vertheilt, in einer Proportion, wie man sie nöthig fand, zum Behuf einiger Erscheinungen gar so gross, dass der erfüllte Theil des Volumens, auch der dichtesten Materie, gegen den leeren beinahe für nichts zu halten ist, annahm. — Um nun eine dynamische Erklärungsart einzuführen (die der Experimentalphilosophie weit angemessener und beförderlicher ist, indem sie geradezu darauf leitet, die den Materien eigenen bewegenden Kräfte und deren Gesetze auszufinden, die Freiheit dagegen einschränkt, leere Zwischenräume und Grundkörperchen von bestimmten Gestalten anzunehmen, die sich beide durch kein Experiment bestimmen und ausfindig machen lassen), ist es gar nicht nöthig, neue Hypothesen zu schmieden, sondern allein das Postulat der blos mechanischen Erklärungsart: dass es unmöglich sey, sich einen specifischen Unterschied der Dichtigkeit der Materien ohne Beimischung leerer Räume zu denken, durch die blosse Anführung einer Art, wie er sich ohne Widerspruch denken lasse, zu widerlegen. Denn wenn das gedachte Postulat, worauf die blos mechanische Erklärungsart

fusst, nur erst als Grundsatz für ungültig erklärt worden, so versteht es sich von selbst, dass man es als Hypothese in der Naturwissenschaft nicht aufnehmen müsse, so lange noch eine Möglichkeit übrig bleibt, den specifischen Unterschied der Dichtigkeiten sich auch ohne alle leere Zwischenräume zu denken. Diese Nothwendigkeit aber beruht darauf, dass die Materie nicht (wie blos mechanische Naturforscher annehmen) durch absolute Undurchdringlichkeit ihren Raum erfüllt, sondern durch repulsive Kraft, die ihren Grad hat, der in verschiedenen Materien verschieden seyn kann, und, da er für sich nichts mit der Anziehungskraft, welche der Quantität der Materie gemäss ist, gemein hat, sie bei einerlei Anziehungskraft in verschiedenen Materien dem Grade nach als ursprünglich verschieden seyn könne, folglich auch der Grad der Ausdehnung dieser Materien bei derselben Quantität der Materie und umgekehrt die Quantität der Materie unter demselben Volumen, d. i. die Dichtigkeit derselben ursprünglich gar grosse specifische Verschiedenheiten zulasse. Auf diese Art würde man es nicht unmöglich finden, sich eine Materie zu denken (wie man sich etwa den Äther vorstellt), die ihren Raum ohne alles Leere ganz erfüllte und doch mit ohne Vergleichung minderer Quantität der Materie unter gleichem Volumen, als alle Körper, die wir unseren Versuchen unterwerfen können. Die repulsive Kraft muss am Äther, in Verhältniss auf die eigene Anziehungskraft desselben, ohne Vergleichung grösser gedacht werden, als an allen andern uns bekannten Materien. Und das ist denn auch das Einzige, was wir blos darum annehmen, weil es sich denken lässt, nur zum Widerspiel einer Hypothese (der leeren Räume), die sich allein auf das Vorgeben stützt, dass sich dergleichen ohne leere Räume nicht denken lasse. Denn ausser diesem darf weder irgend ein Gesetz der anziehenden, noch zurückstossenden Kraft, auf Muthmaassungen *a priori* gewagt, sondern Alles, selbst die allgemeine Attraction, als Ursache der Schweren, muss sammt ihrem Gesetze aus Datis der Erfahrung geschlossen werden. Noch weniger wird dergleichen bei den chemischen Verwandtschaften anders, als durch den Weg des Experiments versucht werden

dürfen. Denn es ist überhaupt über dem Gesichtskreis unserer Vernunft gelegen, ursprüngliche Kräfte *a priori* ihrer Möglichkeit nach einzusehen, vielmehr besteht alle Naturphilosophie in der Zurückführung gegebener, dem Anscheine nach verschiedener, Kräfte auf eine geringere Zahl Kräfte und Vermögen, die zu Erklärung der Wirkungen der ersten zulangen, welche Reduction aber nur bis zu Grundkräften fortgeht, über die unsere Vernunft nicht hinaus kann. Und so ist Nachforschung der Metaphysik, hinter Dem, was dem empirischen Begriffe der Materie zum Grunde liegt, nur zu der Absicht nützlich, die Naturphilosophie, so weit als es immer möglich ist, auf die Erforschung der dynamischen Erklärungsgründe zu leiten, weil diese allein bestimmte Gesetze, folglich wahren Vernunftzusammenhang der Erklärungen hoffen lassen.)

Dies ist nun Alles, was Metaphysik zur Construction des Begriffs der Materie, mithin zum Behuf der Anwendung der Mathematik auf Naturwissenschaft, in Ansehung der Eigenschaften, wodurch Materie einen Raum in bestimmtem Maasse erfüllt, nur immer leisten kann, nämlich diese Eigenschaften als dynamisch anzusehen und nicht als unbedingte ursprüngliche Positionen, wie sie etwa eine blos mathematische Behandlung postuliren würde.

Den Beschluss kann die bekannte Frage, wegen der Zulässigkeit leerer Räume in der Welt, machen. Die Möglichkeit derselben lässt sich nicht streiten. Denn zu allen Kräften der Materie wird Raum erfordert, und, da dieser auch die Bedingungen der Gesetze der Verbreitung jener enthält, nothwendig vor aller Materie vorausgesetzt. So wird der Materie Attractionskraft beigelegt, so ferne sie einen Raum um sich durch Anziehung einnimmt, ohne ihn gleichwohl zu erfüllen, der also selbst da, wo Materie wirksam ist, als leer gedacht werden kann, weil sie da nicht durch Zurückstossungskräfte wirksam ist und ihn also nicht erfüllt. Allein leere Räume als wirklich anzunehmen, dazu kann uns keine Erfahrung, oder Schluss aus derselben, oder nothwendige Hy-

pothesis, sie zu erklären, berechtigen. Denn alle Erfahrung giebt uns nur comparativ-leere Räume zu erkennen, welche, nach allen beliebigen Graden aus der Eigenschaft der Materie, ihren Raum mit grösserer oder bis ins Unendliche immer kleinerer Ausspannungskraft zu erfüllen, vollkommen erklärt werden können, ohne leere Räume zu bedürfen.

Drittes Hauptstück.

Metaphysische Anfangsgründe der Mechanik.

Erklärung 1.

Materie ist das Bewegliche, so ferne es, als ein solches, bewegende Kraft hat.

Anmerkung.

Dieses ist nun die dritte Definition von einer Materie. Der blos dynamische Begriff konnte die Materie auch als in Ruhe betrachten; die bewegende Kraft, die da in Erwägung gezogen wurde, betraf blos die Erfüllung eines gewissen Raumes, ohne dass die Materie, die ihn erfüllte, selbst als bewegt angesehen werden durfte. Die Zurückstossung war daher eine ursprünglich-bewegende Kraft, um Bewegung zu ertheilen; dagegen wird in der Mechanik die Kraft einer in Bewegung gesetzten Materie betrachtet, um diese Bewegung einer anderen mitzutheilen. Es ist aber klar, dass das Bewegliche durch seine Bewegung keine bewegende Kraft haben würde, wenn es nicht ursprünglich-bewegende Kräfte besässe, dadurch es vor aller eigenen Bewegung in jedem Orte, da es sich be-

findet, wirksam ist, und dass keine Materie eine andere, die ihrer Bewegung in der geraden Linie vor ihr im Wege liegt, gleichmässige Bewegung eindrücken würde, wenn beide nicht ursprüngliche Gesetze der Zurückstossung besässen, noch dass sie eine andere durch ihre Bewegung nöthigen könne, in der geraden Linie ihr zu folgen (sie nachschleppen könnte), wenn beide nicht Anziehungskräfte besässen. Also setzen alle mechanischen Gesetze die dynamischen voraus, und eine Materie, als bewegt, kann keine bewegende Kraft haben, als nur vermittelst ihrer Zurückstossung oder Anziehung, auf welche und mit welchen sie in ihrer Bewegung unmittelbar wirkt und dadurch ihre eigene Bewegung einer anderen mittheilt. Man wird es mir nachsehen, dass ich der Mittheilung der Bewegung durch Anziehung (z. B. wenn etwa ein Komet von stärkerem Anziehungsvermögen als die Erde im Vorbeigehen vor derselben sie nach sich fortschleppte) hier nicht weiter Erwähnung thun werde, sondern nur der Vermittelung der repulsiven Kräfte, also durch Druck (wie vermittelst gespannter Federn) oder durch Stoss, da ohnedies die Anwendung der Gesetze der einen auf die der anderen nur in Ansehung der Richtungslinie verschieden, übrigens aber in beiden Fällen einerlei ist.

Erklärung 2.

Die Quantität der Materie ist die Menge des Beweglichen in einem bestimmten Raum. Dieselbe, so ferne alle ihre Theile in ihrer Bewegung als zugleich wirkend (bewegend) betrachtet werden, heisst die Masse, und man sagt, eine Materie wirke in Masse, wenn alle ihre Theile in einerlei Richtung bewegt ausser sich zugleich ihre bewegende Kraft ausüben. Eine Masse von bestimmter Gestalt heisst ein Körper (in mechanischer Bedeutung). Die Grösse der Bewegung (mechanisch geschätzt) ist diejenige, die durch die Quantität der bewegten Materie und ihre Geschwindig-

keit zugleich geschätzt wird; phoronomisch besteht sie blos in dem Grade der Geschwindigkeit.

Lehrsatz 1.

Die Quantität der Materie kann in Vergleichung mit jeder anderen nur durch die Quantität der Bewegung bei gegebener Geschwindigkeit geschätzt werden.

Beweis.

Die Materie ist ins Unendliche theilbar, folglich kann keiner ihre* Quantität durch eine Menge ihrer Theile unmittelbar bestimmt werden. Denn wenn dieses auch in der Vergleichung der gegebenen Materie mit einer gleichartigen geschieht, in welchem Falle die Quantität der Materie der Grösse des Volumens proportional ist, so ist dieses doch der Forderung des Lehrsatzes, dass sie in Vergleichung mit jeder anderen (auch specifisch verschiedenen) geschätzt werden soll, zuwider. Also kann die Materie, weder unmittelbar, noch mittelbar, in Vergleichung mit jeder andern gültig geschätzt werden, so lange man von ihrer eigenen Bewegung abstrahirt. Folglich ist kein anderes allgemein gültiges Maass derselben, als die Quantität ihrer Bewegung übrig. In dieser aber kann der Unterschied der Bewegung, der auf der verschiedenen Quantität der Materien beruht, nur alsdann gegeben werden, wenn die Geschwindigkeit unter den verglichenen Materien als gleich angenommen wird, folglich u. s. w.

---

* Eine bei Kant öfter vorkommende Construction; bei keiner ist Materie zu suppliren. R.

Zusatz.

Die Quantität der Bewegung der Körper ist in zusammengesetztem Verhältniss aus dem der Quantität ihrer Materie und ihrer Geschwindigkeit, d. i. es ist einerlei, ob ich die Quantität der Materie eines Körpers doppelt so gross mache, und die Geschwindigkeit behalte, oder ob ich die Geschwindigkeit verdopple und eben diese Masse behalte. Denn der bestimmte Begriff von einer Grösse ist nur durch die Construction des Quantums möglich. Diese ist aber in Ansehung des Begriffs der Quantität nichts als die Zusammensetzung des Gleichgeltenden; folglich ist die Construction der Quantität einer Bewegung die Zusammensetzung vieler einander gleichgeltender Bewegungen. Nun ist es nach den phoronomischen Lehrsätzen einerlei, ob ich einem Beweglichen einen gewissen Grad Geschwindigkeit oder vielen gleich Beweglichen alle kleinere Grade der Geschwindigkeit ertheile, die aus der durch die Menge des Beweglichen dividirten gegebenen Geschwindigkeit herauskommen. Hieraus entspringt zuerst ein, dem Anscheine nach, phoronomischer Begriff von der Quantität einer Bewegung, als zusammengesetzt aus vielen Bewegungen ausser einander, aber doch in einem Ganzen vereinigter, beweglicher Puncte. Werden nun diese Puncte als Etwas gedacht, was durch seine Bewegung bewegende Kraft hat, so entspringt daraus der mechanische Begriff von der Quantität der Bewegung. In der Phoronomie aber ist es nicht thunlich, sich eine Bewegung als aus vielen ausserhalb einander befindlichen zusammengesetzt vorzustellen, weil das Bewegliche, da es daselbst ohne alle bewegende Kraft vorgestellt wird, in aller Zusammensetzung mit mehreren seiner Art keinen Unterschied der Grösse der Bewegung giebt, als die mithin blos in der Geschwindigkeit besteht. Wie die Quantität der Bewegung eines Körpers zu der eines anderen, so verhält sich auch die Grösse ihrer Wirkung, aber wohl zu verstehen, der ganzen Wirkung. Diejenigen, welche blos die

Grösse eines mit Widerstande erfüllten Raums (z. B. die Höhe, zu welcher ein Körper mit einer gewissen Geschwindigkeit wider die Schwere steigen, oder die Tiefe, zu der derselbe in weiche Materien dringen kann) zum Maasse der ganzen Wirkung annahmen, brachten ein anderes Gesetz der bewegenden Kräfte bei wirklichen Bewegungen heraus, nämlich das des zusammengesetzten Verhältnisses aus dem der Quantität der Materien und der Quadrate ihrer Geschwindigkeiten; allein sie übersahen die Grösse der Wirkung in der gegebenen Zeit, in welcher der Körper seinen Raum mit kleinerer Geschwindigkeit zurücklegt, und diese kann doch allein das Maass einer durch einen gegebenen gleichförmigen Widerstand erschöpften Bewegung seyn. Es kann also auch kein Unterschied zwischen lebendigen und todten Kräften stattfinden, wenn die bewegenden Kräfte mechanisch, d. i. als diejenigen, die die Körper haben, so ferne sie selbst bewegt sind, betrachtet werden, es mag nun die Geschwindigkeit ihrer Bewegung endlich oder unendlich klein seyn (blosse Bestrebung zur Bewegung); vielmehr würde man weit schicklicher diejenigen Kräfte, womit die Materie, wenn man auch von ihrer eigenen Bewegung, auch sogar von der Bestrebung, sich zu bewegen, gänzlich abstrahirt, in andere wirkt, folglich die ursprünglich bewegenden Kräfte der Dynamik todte Kräfte, alle mechanischen, d. i. durch eigene Bewegung bewegenden Kräfte dagegen, lebendige Kräfte nennen können, ohne auf den Unterschied der Geschwindigkeit zu sehen, deren Grad auch unendlich klein seyn darf, wenn ja noch diese Benennungen todter und lebendiger Kräfte beibehalten zu werden verdienten.

Anmerkung.

Wir wollen, um Weitläufigkeit zu vermeiden, die Erläuterung der vorstehenden drei Sätze in einer Anmerkung zusammenfassen.

Dass die Quantität der Materie nur als die Menge des Beweglichen (ausserhalb einander) könne gedacht werden, wie die Definition es aussagt, ist ein merkwürdiger und Fundamentalsatz der allgemeinen Mechanik. Denn dadurch wird angezeigt: dass Materie keine andere Grösse habe, als die, welche in der Menge des Mannigfaltigen ausserhalb einander besteht, folglich auch keinen Grad der bewegenden Kraft mit gegebener Geschwindigkeit, der von dieser Menge unabhängig wäre und blos als intensive Grösse betrachtet werden könnte, welches allerdings stattfinden würde, wenn die Materie aus Monaden bestände, deren Realität in aller Beziehung einen Grad haben muss, welcher grösser oder kleiner seyn kann, ohne von einer Menge der Theile ausser einander abzuhängen. Was den Begriff der Masse in eben derselben Erklärung betrifft, so kann man ihn nicht, wie gewöhnlich, mit dem der Quantität für einerlei halten. Flüssige Materien können durch ihre eigene Bewegung in Masse, sie können aber auch im Flusse wirken. Im sogenannten Wasserhammer wirkt das anstossende Wasser in Masse, d. i. mit allen seinen Theilen zugleich; eben das geschieht auch im Wasser, welches, in einem Gefässe eingeschlossen, durch sein Gewicht auf die Waagschaale, darauf es steht, drückt. Dagegen wirkt das Wasser eines Mühlbachs auf die Schaufel des unterschlächtigen Wasserrades nicht in Masse, d. i. mit allen seinen Theilen, die gegen diese anlaufen, zugleich, sondern nur nach einander. Wenn also hier die Quantität der Materie, die, mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegt, die bewegende Kraft hat, bestimmt werden soll, so muss man allererst den Wasserkörper, d. i. diejenige Quantität der Materie, die, wenn sie in Masse mit einer gewissen Geschwindigkeit wirkt (mit ihrer Schwere) dieselbe Wirkung hervorbringen kann, suchen. Daher versteht man auch gewöhnlich unter dem Worte Masse die Quantität der Materie eines festen Körpers (das Gefäss, darin ein Flüssiges eingeschlossen ist, vertritt auch die Stelle der Festigkeit desselben). Was endlich den Lehrsatz mit dem angehängten Zusatz zusammen betrifft, so liegt darin etwas Befremdliches, dass, nach dem ersteren, die Quantität der

Materie durch die Quantität der Bewegung mit gegebener Geschwindigkeit, nach dem zweiten aber wiederum die Quantität der Bewegung (eines Körpers; denn die eines Puncts besteht blos aus dem Grade der Geschwindigkeit) bei derselben Geschwindigkeit durch die Quantität der bewegten Materie geschätzt werden müsse, welches im Cirkel herum zu gehen und weder von einem noch dem anderen einen bestimmten Begriff zu versprechen scheint. Allein dieser vermeinte Cirkel würde es wirklich seyn, wenn er eine wechselseitige Ableitung zweier identischen Begriffe von einander wäre. Nun aber enthält er nur einerseits die Erklärung eines Begriffs, andererseits die der Anwendung desselben auf Erfahrung. Die Quantität des Beweglichen im Raume ist die Quantität der Materie; aber diese Quantität der Materie (die Menge des Beweglichen) beweist sich in der Erfahrung nur allein durch die Quantität der Bewegung bei gleicher Geschwindigkeit (z. B. durchs Gleichgewicht).

Noch ist zu merken, dass die Quantität der Materie die Quantität der Substanz im Beweglichen sey, folglich nicht die Grösse einer gewissen Qualität derselben (der Zurückstossung oder Anziehung, die in der Dynamik angeführt werden), und dass das Quantum der Substanz hier nichts Anderes, als die blosse Menge des Beweglichen bedeute, welches die Materie ausmacht. Denn nur diese Menge des Bewegten kann bei derselben Geschwindigkeit einen Unterschied in der Quantität der Bewegung geben. Dass aber die bewegende Kraft, die eine Materie in ihrer eigenen Bewegung hat, allein die Quantität der Substanz beweise, beruht auf dem Begriffe der letzteren als dem letzten Subject (das weiter kein Prädicat von einem andern ist) im Raume, welches eben darum keine andere Grösse haben kann, als die der Menge des Gleichartigen ausserhalb einander. Da nun die eigene Bewegung der Materie ein Prädicat ist, welches ihr Subject (das Bewegliche) bestimmt, und an einer Materie, als einer Menge des Beweglichen, die Vielheit der bewegten Subjecte (bei gleicher Geschwindigkeit auf gleiche Art) angiebt, welches bei dynamischen Eigenschaften, deren Grösse auch die Grösse der Wir-

kung von einem einzigen Subjecte seyn kann (z. B. da ein Lufttheilchen mehr oder weniger Elasticität haben kann), nicht der Fall ist, so erhellt daraus, wie die Quantität der Substanz an einer Materie nur mechanisch, d. i. durch die Quantität der eigenen Bewegung derselben, und nicht dynamisch, durch die Grösse der ursprünglich bewegenden Kräfte geschätzt werden müsse. Gleichwohl kann die ursprüngliche Anziehung, als die Ursache der allgemeinen Gravitation, doch ein Maass der Quantität der Materie und ihrer Substanz abgeben (wie das wirklich in der Vergleichung der Materien durch Abwiegen geschieht), obgleich hier nicht eigene Bewegung der anziehenden Materie, sondern ein dynamisches Maass, nämlich Anziehungkraft, zum Grunde gelegt zu seyn scheint. Aber, weil bei dieser Kraft die Wirkung einer Materie mit allen ihren Theilen unmittelbar, auf alle Theile einer andern, geschieht, und also (bei gleichen Entfernungen) offenbar der Menge der Theile proportionirt ist, der ziehende Körper sich dadurch auch selbst eine Geschwindigkeit der eigenen Bewegung ertheilt (durch den Widerstand des Gezogenen), welche, in gleichen äusseren Umständen, gerade der Menge seiner Theile proportionirt ist, so geschieht die Schätzung hier, ob zwar nur indirect, doch in der That mechanisch.

Lehrsatz 2.

Erstes Gesetz der Mechanik. Bei allen Veränderungen der körperlichen Natur bleibt die Quantität der Materie im Ganzen dieselbe, unvermehrt und unvermindert.

Beweis.

(Aus der allgemeinen Metaphysik wird der Satz zum Grunde gelegt, dass bei allen Veränderungen der Natur keine Substanz weder entstehe noch vergehe, und hier wird nur dargethan, was in der Materie die Substanz sey.)

In jeder Materie ist das Bewegliche im Raume das letzte Subject aller der Materie inhärirenden Accidenzen, und die Menge dieses Beweglichen ausserhalb einander die Quantität der Substanz. Also ist die Grösse der Materie, der Substanz nach, nichts anders, als die Menge Substanzen, daraus sie besteht. Es kann also die Quantität der Materie nicht vermehrt oder vermindert werden, als dadurch, dass neue Substanz derselben entsteht oder ververgeht. Nun entsteht und vergeht bei allem Wechsel der Materie die Substanz niemals; also wird auch die Quantität der Materie dadurch weder vermehrt, noch vermindert, sondern bleibt immer dieselbe und zwar im Ganzen, d. i. so, dass sie irgend in der Welt in derselben Quantität fortdauert, obgleich diese oder jene Materie durch Hinzukunft oder Absonderung der Theile vermehrt oder vermindert werden kann.

Anmerkung.

Das Wesentliche, was in diesem Beweise der Substanz, die nur im Raume und nach Bedingungen desselben, folglich als Gegenstand äusserer Sinne möglich ist, charakterisirt, ist, dass ihre Grösse nicht vermehrt oder vermindert werden kann, ohne dass Substanz entstehe, oder vergehe, darum, weil alle Grösse eines blos im Raum möglichen Objects aus Theilen ausserhalb einander bestehen muss, diese also, wenn sie real (etwas Bewegliches) sind, nothwendig Substanzen seyn müssen. Dagegen kann Das, was als Gegenstand des inneren Sinnes betrachtet wird, als Substanz eine Grösse haben, die nicht aus Theilen ausserhalb einander besteht, deren Theile also auch nicht Substanzen sind, deren Entstehen oder Vergehen folglich auch nicht ein Entstehen oder Vergehen einer Substanz seyn darf, deren Vermehrung oder Verminderung daher, dem Grundsatze von der Beharrlichkeit der Substanz unbeschadet, möglich ist. So hat nämlich das Bewusstseyn, mithin die Klarheit der Vorstellungen meiner Seele, und, derselben zu Folge, auch das Vermögen des Bewusst-

seyns, die Apperception, mit diesem aber selbst die Substanz der Seele einen Grad, der grosser oder kleiner werden kann, ohne dass irgend eine Substanz zu diesem Behuf entstehen oder vergehen dürfte. Weil aber, bei allmäliger Verminderung dieses Vermögens der Apperception, endlich ein gänzliches Verschwinden derselben erfolgen müsste, so würde doch selbst die Substanz der Seele einem allmäligen Vergehen unterworfen seyn, ob sie schon einfache Natur wäre, weil dieses Verschwinden ihrer Grundkraft nicht durch Zertheilung (Absonderung der Substanz von einem Zusammengesetzten), sondern gleichsam durch Erlöschen, und auch dieses nicht in einem Augenblicke, sondern durch allmälige Nachlassung des Grades derselben, es sey aus welcher Ursache es wolle, erfolgen könnte. Das Jch, das allgemeine Correlat der Apperception und selbst blos ein Gedanke, bezeichnet, als ein blosses Vorwort, ein Ding von unbestimmter Bedeutung, nämlich das Subject aller Prädicate, ohne irgend eine Bedingung, die diese Vorstellung des Subjects von dem eines Etwas überhaupt unterschiede, also Substanz, von der man, was sie sey, durch diesen Ausdruck keinen Begriff hat. Dagegen der Begriff einer Materie als Substanz der Begriff des Beweglichen im Raume ist. Es ist daher kein Wunder, wenn von der letzteren die Beharrlichkeit der Substanz bewiesen werden kann, von der ersteren aber nicht, weil bei der Materie schon aus ihrem Begriffe, nämlich dass sie das Bewegliche sey, das nur im Raume möglich ist, fliesst, dass das, was in ihr Grösse hat, eine Vielheit des Realen ausser einander, mithin der Substanzen, enthalte, und folglich die Quantität derselben nur durch Zertheilung, welche kein Verschwinden ist, vermindert werden könne, und das Letztere in ihr nach dem Gesetze der Stätigkeit auch unmöglich seyn würde. Der Gedanke Ich ist dagegen gar kein Begriff, sondern nur innere Wahrnehmung, aus ihm kann also auch gar nichts (ausser der gänzliche Unterschied eines Gegenstandes des innern Sinnes von Dem, was blos als Gegenstand äusserer Sinne gedacht wird), folglich auch nicht die Beharrlichkeit der Seele, als Substanz, gefolgert werden.

Lehrsatz 3.

Zweites Gesetz der Mechanik. **Alle Veränderung der Materie hat eine äussere Ursache. (Ein jeder Körper beharrt in seinem Zustande der Ruhe oder Bewegung, in derselben Richtung und mit derselben Geschwindigkeit, wenn er nicht durch eine äussere Ursache genöthigt wird, diesen Zustand zu verlassen.)**

Beweis.

(Aus der allgemeinen Metaphysik wird der Satz zum Grunde gelegt, dass alle Veränderung eine Ursache habe; hier soll von der Materie nur bewiesen werden, dass ihre Veränderung jederzeit eine äussere Ursache haben müsse.) Die Materie, als blosser Gegenstand äusserer Sinne, hat keine andere Bestimmungen, als die der äusseren Verhältnisse im Raume, und erleidet also auch keine Veränderungen, als durch Bewegung. In Ansehung dieser, als Wechsels einer Bewegung mit einer andern, oder derselben mit der Ruhe, und umgekehrt, muss eine Ursache derselben angetroffen werden (nach Princ. der Metaph.). Diese Ursache aber kann nicht innerlich seyn, denn die Materie hat keine schlechthin innere Bestimmungen und Bestimmungsgründe. Also ist alle Veränderung einer Materie auf äussere Ursache gegründet (d. i. ein Körper beharrt u. s. w.).

Anmerkung.

Dieses mechanische Gesetz muss allein das Gesetz der Trägheit (*lex inertiae*) genannt werden, das Gesetz der einer jeden Wirkung entgegengesetzten gleichen Gegenwirkung kann diesen Namen nicht führen. Denn dieses sagt, was die Materie thut, jenes

aber nur, was sie nicht thut, welches dem Ausdrucke der Trägheit besser angemessen ist. Die Trägheit der Materie ist und bedeutet nichts anders, als ihre Leblosigkeit, als Materie an sich selbst. Leben heisst das Vermögen einer Substanz, sich aus einem inneren Princip zum Handeln, einer endlichen Substanz sich zur Veränderung, und einer materiellen Substanz sich zur Bewegung oder Ruhe, als Veränderung ihres Zustandes, zu bestimmen. Nun kennen wir kein anderes inneres Princip einer Substanz, ihren Zustand zu verändern, als das Begehren, und überhaupt keine andere innere Thätigkeit, als Denken, mit dem, was davon abhängt, Gefühl der Lust oder Unlust und Begierde oder Willen. Diese Bestimmungsgründe aber und Handlungen gehören gar nicht zu den Vorstellungen äusserer Sinne und also auch nicht zu den Bestimmungen der Materie als Materie. Also ist alle Materie als solche leblos. Das sagt der Satz der Trägheit, und nichts mehr. Wenn wir die Ursache irgend einer Veränderung der Materie im Leben suchen, so werden wir es auch sofort in einer anderen, von der Materie verschiedenen, ob zwar mit ihr verbundenen Substanz zu suchen haben. Denn in der Naturkenntniss ist es nöthig, zuvor die Gesetze der Materie als einer solchen zu kennen und sie von dem Beitritte aller anderen wirkenden Ursachen zu läutern, ehe man sie damit verknüpft, um wohl zu unterscheiden, was, und wie jede derselben für sich allein wirke. Auf dem Gesetze der Trägheit (neben dem der Beharrlichkeit der Substanz) beruht die Möglichkeit einer eigentlichen Naturwissenschaft ganz und gar. Das Gegentheil des erstern, und daher auch der Tod aller Naturphilosophie, wäre der Hylozoism. Aus eben demselben Begriffe der Trägheit, als blosser Leblosigkeit, fliesst von selbst, dass sie nicht ein positives Bestreben, seinen Zustand zu erhalten, bedeute. Nur lebende Wesen werden in diesem letzteren Verstande träg genannt, weil sie eine Vorstellung von einem anderen Zustande haben, den sie verabscheuen, und ihre Kraft dagegen anstrengen.

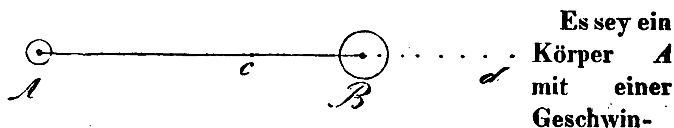
Lehrsatz 4.

Drittes mechanisches Gesetz. In aller Mittheilung der Bewegung sind Wirkung und Gegenwirkung einander jederzeit gleich.

Beweis.

(Aus der allgemeinen Metaphysik muss der Satz entlehnt werden, dass alle äussere Wirkung in der Welt Wechselwirkung sey. Hier soll, um in den Schranken der Mechanik zu bleiben, nur gezeigt werden, dass diese Wechselwirkung *(actio mutua)* zugleich Gegenwirkung *(reactio)* sey; allein ich kann, ohne der Vollständigkeit der Einsicht Abbruch zu thun, jenes metaphysische Gesetz der Gemeinschaft hier doch nicht ganz weglassen.) Alle thätigen Verhältnisse der Materien im Raume und alle Veränderungen dieser Verhältnisse, so ferne sie Ursachen von gewissen Wirkungen seyn können, müssen jederzeit als wechselseitig vorgestellt werden, d. i. weil alle Veränderung derselben Bewegung ist, so kann keine Bewegung eines Körpers in Beziehung auf einen absolutruhigen, der dadurch auch in Bewegung gesetzt werden soll, gedacht werden, vielmehr muss dieser nur als relativ-ruhig in Ansehung des Raums, auf den man ihn bezieht, zusammt diesem Raume aber in entgegengesetzter Richtung als mit eben derselben Quantität der Bewegung im absoluten Raume bewegt vorgestellt werden, als der bewegte in eben demselben gegen ihn hat. Denn die Veränderung des Verhältnisses (mithin die Bewegung) ist zwischen beiden durchaus wechselseitig; so viel der eine Körper jedem Theile des andern näher kommt, so viel nähert sich der andere jedem Theil des ersteren, und, weil es hier nicht auf den empirischen Raum, der beide Körper umgiebt, sondern nur auf die Linie, die zwischen ihnen liegt, ankommt (indem diese Körper lediglich in Relation

auf einander, nach dem Einflusse, den die Bewegung des einen auf die Veränderung des Zustandes des anderen, mit Abstraction von aller Relation zum empirischen Raume, haben kann, betrachtet werden), so wird ihre Bewegung als blos im absoluten Raume bestimmbar betrachtet, in welchem jeder der beiden Körper an der Bewegung, die dem einen im relativen Raume beigelegt wird, gleichen Antheil haben muss, indem kein Grund da ist, einem von beiden mehr davon, als dem anderen, beizulegen. Auf diesem Fuss wird die Bewegung eines Körpers *A* gegen einen anderen ruhigen *B*, in Ansehung dessen er dadurch bewegend seyn kann, auf den absoluten Raum reducirt, d. i. als Verhältniss wirkender Ursachen blos auf einander bezogen, so betrachtet, wie beide an der Bewegung, welche in der Erscheinung dem Körper *A* allein beigelegt wird, gleichen Antheil haben, welches nicht anders geschehen kann, als so, dass die Geschwindigkeit, die im relativen Raume blos dem Körper *A* beigelegt wird, unter *A* und *B* in umgekehrtem Verhältniss der Massen, dem *A* allein die seinige im absoluten Raume, dem *B* dagegen zusammt dem relativen Raume, worin er ruht, in entgegengesetzter Richtung ausgetheilt werde, wodurch dieselbe Erscheinung der Bewegung vollkommen beibehalten, die Wirkung aber in der Gemeinschaft beider Körper auf folgende Art construirt wird.



Es sey ein Körper *A* mit einer Geschwindigkeit = *AB* in Ansehung des relativen Raumes gegen den Körper *B*, der in Ansehung eben desselben Raums ruhig ist, im Anlaufe. Man theile die Geschwindigkeit *AB* in zwei Theile *Ac* und *Bc*, die sich umgekehrt wie die Massen *B* und *A* gegen einander verhalten, und stelle sich *A* mit der Geschwindigkeit *Ac* im absoluten Raume, *B* aber mit der Geschwindigkeit *Bc* in entgegengesetzter Richtung zusammt dem relativen Raume bewegt vor:

so sind beide Bewegungen einander entgegengesetzt und gleich, und, da sie einander wechselseitig aufheben, so versetzen sich beide Körper beziehungsweise auf einander, d. i. im absoluten Raume, in Ruhe. Nun war aber *B* mit der Geschwindigkeit *Bc* in der Richtung *BA*, die der des Körpers *A*, nämlich *AB*, gerade entgegengesetzt ist, zusammt dem relativen Raume in Bewegung. Wenn also die Bewegung des Körpers *B* durch den Stoss aufgehoben wird, so wird darum doch die Bewegung des relativen Raums nicht aufgehoben. Also bewegt sich nach dem Stosse der relative Raum in Ansehung beider Körper *A* und *B* (die nunmehr im absoluten Raume ruhen), in der Richtung *BA* mit der Geschwindigkeit *Bc*, oder, welches einerlei ist, beide Körper bewegen sich nach dem Stosse mit gleicher Geschwindigkeit *Bd* = *Bc* in der Richtung des stossenden *AB*. Nun ist aber, nach dem Vorigen, die Quantität der Bewegung des Körpers *B* in der Richtung und mit der Geschwindigkeit *Bc*, mithin auch die in der Richtung *Bd* mit derselben Geschwindigkeit, der Quantität der Bewegung des Körpers *A* mit der Geschwindigkeit und in der Richtung *Ac* gleich: folglich ist die Wirkung, d. i. die Bewegung *Bd*, die der Körper *B* durch den Stoss im relativen Raume erhält, und also auch die Handlung des Körpers *A* mit der Ge-Geschwindigkeit *Ac* der Gegenwirkung *Bc* jederzeit gleich. Da eben dasselbe Gesetz (wie die mathematische Mechanik lehrt) keine Abänderung erleidet, wenn, anstatt des Stosses auf einen ruhigen, ein Stoss desselben Körpers auf einen gleichfalls bewegten Körper angenommen wird, ingleichen die Mittheilung der Bewegung durch den Stoss von der durch den Zug nur in der Richtung, nach welcher die Materien einander in ihren Bewegungen widerstehen, unterschieden ist: so folgt, dass in aller Mittheilung der Bewegung Wirkung und Gegenwirkung einander jederzeit gleich sind (dass jeder Stoss nur vermittelst eines gleichen Gegenstosses, jeder Druck vermittelst eines gleichen Gegendrucks, ingleichen jeder Zug nur

durch einen gleichen Gegenzug die Bewegung eines Körpers dem andern mittheilen könne) *.

---

* In der Phoronomie, da die Bewegung eines Körpers blos in Ansehung des Raums, als Veränderung der Relation in demselben, betrachtet wurde, war es ganz gleichgültig, ob ich dem Körper im Raume, oder, anstatt dessen, dem relativen Raume eine gleiche, aber entgegengesetzte Bewegung zugestehen wollte; beides gab völlig einerlei Erscheinung. Die Quantität der Bewegung des Raums war blos die Geschwindigkeit, und daher die des Körpers gleichfalls nichts, als seine Geschwindigkeit (weswegen er als ein blosser beweglicher Punct betrachtet werden konnte.) In der Mechanik aber, da ein Körper in Bewegung gegen einen anderen betrachtet wird, gegen den er durch seine Bewegung ein Causalverhältniss hat, nämlich das, ihn selbst zu bewegen, indem es entweder bei seiner Annäherung durch die Kraft der Undurchdringlichkeit, oder seiner Entfernung durch die Kraft der Anziehung, mit ihm in Gemeinschaft kommt, da ist es nicht mehr gleichgültig, ob ich einem dieser Körper, oder dem Raume eine entgegengesetzte Bewegung zueignen will. Denn nunmehr kommt ein anderer Begriff der Quantität der Bewegung ins Spiel, nämlich nicht derjenigen, die blos in Ansehung des Raumes gedacht wird, und allein in der Geschwindigkeit besteht, sondern derjenigen, wobei zugleich die Quantität der Substanz (als bewegende Ursache) in Anschlag gebracht werden muss, und es ist hier nicht mehr beliebig, sondern nothwendig, jeden der beiden Körper als bewegt anzunehmen, und zwar mit gleicher Quantität der Bewegung in entgegengesetzter Richtung; wenn aber der eine relative in Ansehung des Raumes in Ruhe ist, ihm die erforderliche Bewegung zusammt dem Raume beizulegen. Denn einer kann auf den anderen durch seine eigene Bewegung nicht wirken, als entweder bei der Annäherung vermittelst der Zurückstossungsraft, oder bei der Entfernung vermittelst der Anziehung. Da beide Kräfte nun jederzeit beiderseitig in entgegengesetzten Richtungen und gleich wirken, so kann kein Körper vermittelst ihrer durch seine Bewegung auf einen anderen wirken, ohne gerade so viel, als der andere mit gleicher Quantität der Bewegung entgegenwirkt. Also kann kein Körper einem schlechthin-ruhigen durch seine Bewegung Bewegung ertheilen, sondern dieser muss gerade mit derselben Quantität der Bewegung (zusammt dem Raume) in entgegengesetzter Richtung bewegt seyn, als diejenige ist, die er durch die Bewegung des ersteren und in der Richtung desselben erhalten soll. — Der Leser wird leicht inne werden, dass, ungeachtet des etwas Ungewöhnlichen, welches diese Vorstellungsart der Mittheilung der Bewegung an sich hat, sie sich dennoch in das helleste Licht stellen lasse, wenn man die Weitläufigkeit der Erläuterung nicht scheut.

Zusatz 1.

Hieraus folgt das, für die allgemeine Mechanik nicht unwichtige, Naturgesetz: dass ein jeder Körper, wie gross auch seine Masse sey, durch den Stoss eines jeden anderen, wie klein auch seine Masse oder Geschwindigkeit seyn mag, beweglich seyn müsse. Denn der Bewegung von *A* in der Richtung *AB* correspondirt nothwendiger Weise eine entgegengesetzte gleiche Bewegung von *B* in der Richtung *BA*. Beide Bewegungen heben durch den Stoss einander im absoluten Raume auf. Dadurch aber erhalten beide Körper eine Geschwindigkeit $Bd = Bc$ in der Richtung des stossenden, folglich ist der Körper *B* für jede noch so kleine Kraft des Anstosses beweglich.

Zusatz 2.

Dies ist also das mechanische Gesetz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung, welches darauf beruht, dass keine Mittheilung der Bewegung stattfinde, ausser so ferne eine Gemeinschaft dieser Bewegungen vorausgesetzt wird, dass also kein Körper einen anderen stosse, der in Ansehung seiner ruhig ist, sondern, ist dieser es in Ansehung des Raums, nur so ferne er zusammt diesem Raume in gleichem Maasse, aber in entgegengesetzter Richtung bewegt, mit der Bewegung, die alsdann dem ersteren zu seinem relativen Antheil fällt, zusammen, allererst die Quantität der Bewegung gebe, die wir dem ersten im absoluten Raume beilegen würden. Denn keine Bewegung, die in Ansehung eines anderen Körpers bewegend seyn soll, kann absolut seyn: ist sie aber relativ in Ansehung des letzteren, so giebt's keine Relation im Raume, die nicht wechselseitig und gleich sey. — Es giebt aber noch ein anderes, nämlich ein dynamisches Gesetz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung der Materien, nicht so ferne eine der anderen ihre

Bewegung mittheilt, sondern dieser ursprünglich ertheilt und durch deren Widerstreben zugleich in sich hervorbringt. Diese lässt sich auf ähnliche Art leicht darthun. Denn, wenn die Materie *A* die Materie *B* zieht, so nöthigt sie diese, sich ihr zu nähern, oder, welches einerlei ist, jene widersteht der Kraft, womit diese sich zu entfernen trachten möchte. Weil es aber einerlei ist, ob *B* sich von *A*, oder *A* von *B* entferne: so ist dieser Widerstand zugleich ein Widerstand, den der Körper *B* gegen *A* ausübt, so ferne er sich von ihm zu entfernen trachten möchte, mithin sind Zug und Gegenzug einander gleich. Eben so, wenn *A* die Materie *B* zurückstösst, so widersteht *A* der Annäherung von *B*. Da es aber einerlei ist, ob sich *B* dem *A*, oder *A* dem *B* nähere, so widersteht *B* auch eben so viel der Annäherung von *A*; Druck und Gegendruck sind also auch jederzeit einander gleich.

Anmerkung 1.

Dies ist also die Construction der Mittheilung der Bewegung, welche zugleich das Gesetz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung, als nothwendige Bedingung derselben, bei sich führt, welches Newton sich gar nicht getraute *a priori* zu beweisen, sondern sich deshalb auf Erfahrung berief, welchem zu Gefallen Andere eine besondere Kraft der Materie, unter dem von Kepler zuerst angeführten Namen der Trägheitskraft *(vis inertiae)*, in der Naturwissenschaft einführten, und also im Grunde es auch von Erfahrung ableiteten, endlich noch Andere in den Begriff einer blossen Mittheilung der Bewegung setzten, welche sie, wie einen allmäligen Uebergang der Bewegung des einen Körpers in den andern ansahen, wobei der bewegende gerade so viel einbüssen müsse, als er dem bewegten ertheilt, bis er dem letzteren keine weiter eindrückt (wenn er nämlich mit diesem schon bis zur Gleichheit der Geschwin-

digkeit in derselben Richtung gekommen ist*, wodurch sie im Grunde alle Gegenwirkung aufhoben, d. i. alle wirklich entgegenwirkende Kraft des gestossenen gegen den stossenden (der etwa vermögend wäre, eine Springfeder zu spannen), und ausserdem, dass sie das nicht beweisen, was in dem genannten Gesetze eigentlich gemeint ist, die Mittheilung der Bewegung selbst, ihrer Möglichkeit nach, gar nicht erklärten. Denn der Name vom Übergang der Bewegung von einem Körper auf den andern erklärt nichts, und wenn man ihn nicht etwa (dem Grundsatze *accidentia non migrant e substantiis in substantias* zuwider) buchstäblich nehmen will, als wenn Bewegung von einem Körper in einen anderen, wie Wasser aus einem Glase in das andere, gegossen würde, so ist es hier eben die Aufgabe, wie diese Möglichkeit begreiflich zu machen sey, deren Erklärung nun gerade auf demselben Grunde beruht, woraus das Ge-

---

* Die Gleichheit der Wirkung mit der in diesem Falle fälschlich sogenannten Gegenwirkung kommt eben sowohl heraus, wenn man bei der Hypothese der Transfusion der Bewegungen aus einem Körper in den anderen, den bewegten Körper *A* dem ruhigen in einem Augenblicke seine ganze Bewegung überliefern lässt, so, dass er nach dem Stosse selbst ruhe, welcher Fall unausbleiblich war, sobald man beide Körper als absolut-hart (welche Eigenschaft von der Elasticität unterschieden werden muss) dachte. Da dieses Bewegungsgesetz aber weder mit der Erfahrung, noch mit sich selbst in der Anwendung zusammenstimmen wollte, so wusste man sich nicht anders zu helfen, als dadurch, dass man die Existenz absolut-harter Körper leugnete, welches so viel hiess, als die Zufälligkeit dieses Gesetzes zugestehen, indem es auf der besonderen Qualität der Materie beruhen sollte, die einander bewegen. In unserer Darstellung dieses Gesetzes ist es dagegen ganz einerlei, ob man die Körper, die einander stossen, absolut-hart oder nicht denken will. Wie aber die Transfusionisten der Bewegung die Bewegung elastischer Körper durch den Stoss nach ihrer Art erklären wollen, ist mir ganz unbegreiflich. Denn da ist klar, dass der ruhende Körper nicht als blos ruhend Bewegung bekomme, die der stossende einbüsst, sondern, dass er im Stosse wirkliche Kraft in entgegengesetzter Richtung gegen den stossenden ausübe, um gleichsam die Feder zwischen beiden zusammenzudrücken, welches von seiner Seite eben sowohl wirkliche Bewegung (aber in entgegengesetzter Richtung) erfordert, als der bewegende Körper seinerseits dazu nöthig hat.

setz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung abgeleitet wird. Man kann sich gar nicht denken, wie die Bewegung eines Körpers *A* mit der Bewegung eines andern *B* nothwendig verbunden seyn müsse, als so, dass man sich Kräfte an beiden denkt, die ihnen (dynamisch) vor aller Bewegung zukommen, z. B. Zurückstossung, und nun beweisen kann, dass die Bewegung des Körpers *A* durch Annäherung gegen *B*, mit der Annäherung von *B* gegen *A*, und, wenn *B* als ruhig angesehen wird, mit der Bewegung desselben, zusammt seinem Raume gegen *A* nothwendig verbunden sey, so ferne ein Körper mit ihren (ursprünglich) bewegenden Kräften blos relativ auf einander in Bewegung betrachtet werden. Dieses Letztere kann völlig *a priori* dadurch eingesehen werden, dass, es mag nun der Körper *B* in Ansehung des empirisch kennbaren Raumes ruhig, oder bewegt seyn, er doch in Ansehung des Körpers *A* nothwendig als bewegt, und zwar in entgegengesetzter Richtung als bewegt, angesehen werden müsse; weil sonst kein Einfluss desselben auf die repulsive Kraft beider stattfinden würde, ohne welchen ganz und gar keine mechanische Wirkung der Materie auf einander, d. i. keine Mittheilung der Bewegung durch den Stoss, möglich ist.

Anmerkung 2.

Die Benennung der Trägheitskraft (*vis inertiae*) muss also, ungeachtet des berühmten Namens ihres Urhebers, aus der Naturwissenschaft gänzlich weggeschafft werden, nicht allein weil sie einen Widerspruch im Ausdrucke selbst bei sich führt, oder auch deswegen, weil das Gesetz der Trägheit (Leblosigkeit) dadurch leicht mit dem Gesetze der Gegenwirkung in jeder mitgetheilten Bewegung verwechselt werden könnte, sondern vornämlich, weil dadurch die irrige Vorstellung Derer, die der mechanischen Gesetze nicht recht kundig sind, erhalten und bestärkt wird, nach welcher die Gegenwirkung der Körper, von der unter dem Namen der Trägheitskraft die Rede ist, darin bestehe, dass die Bewegung dadurch in der Welt aufgezehrt, vermindert oder vertilgt, nicht aber die blosse Mit-

theilung derselben dadurch bewirkt werde, indem nämlich der bewegende Körper einen Theil seiner Bewegung blos dazu aufwenden müsste, um die Trägheit des ruhenden zu überwinden (welches denn reiner Verlust wäre), mit dem übrigen Theile allein könne er den letzteren in Bewegung setzen; bliebe ihm aber nichts übrig, so würde er durch seinen Stoss den letzteren, seiner grossen Masse wegen, gar nicht in Bewegung bringen. Einer Bewegung kann nichts widerstehen, als entgegengesetzte Bewegung eines anderen, keineswegs aber dessen Ruhe. Hier ist also nicht Trägheit der Materie, d. i. blosses Unvermögen sich von selbst zu bewegen, die Ursache eines Widerstandes. Eine besondere ganz eigenthümliche Kraft, blos um zu widerstehen, ohne einen Körper bewegen zu können, wäre unter dem Namen einer Trägheitskraft ein Wort ohne alle Bedeutung. Man könnte also die drei Gesetze der allgemeinen Mechanik schicklicher so benennen: das Gesetz der Selbstständigkeit, der Trägheit und der Gegenwirkung der Materien *(lex subsistentiae, inertiae et antagonismi)* bei allen ihren Veränderungen derselben. Dass diese, mithin die gesammten Lehrsätze gegenwärtiger Wissenschaft, den Kategorien der Substanz, der Causalität und der Gemeinschaft, so ferne diese Begriffe auf Materie angewandt werden, genau antworten, bedarf keiner weiteren Erörterung.

Allgemeine Anmerkung zur Mechanik.

Die Mittheilung der Bewegung geschieht nur vermittelst solcher bewegenden Kräfte, die einer Materie auch in Ruhe beiwohnen (Undurchdringlichkeit und Anziehung). Die Wirkung einer bewegenden Kraft auf einen Körper in einem Augenblicke ist die Sollicitation desselben, die gewirkte Geschwindigkeit des letzteren durch die Sollicitation, so ferne sie in gleichem Verhältniss mit der Zeit wachsen kann, ist das Moment der Acceleration. (Das Moment der Acceleration muss also nur eine unendlich kleine Geschwindigkeit enthalten, weil sonst der Körper durch dasselbe in einer gegebenen Zeit

eine unendliche Geschwindigkeit erlangen würde, welche unmöglich ist. Übrigens beruht die Möglichkeit der Beschleunigung überhaupt, durch ein fortwährendes Moment derselben, auf dem Gesetze der Trägheit.) Die Sollicitation der Materie durch expansive Kraft (z. B. einer zusammengedrückten Luft, die ein Gewicht trägt) geschieht jederzeit mit einer endlichen Geschwindigkeit, die Geschwindigkeit aber, die dadurch einem anderen Körper eingedrückt (oder entzogen) wird, kann nur unendlich klein seyn; denn jene ist nur eine Flächenkraft, oder, welches einerlei ist, die Bewegung eines unendlich kleinen Quantums von Materie, die folglich mit endlicher Geschwindigkeit geschehen muss, um der Bewegung eines Körpers von endlicher Masse mit unendlich kleiner Geschwindigkeit (einem Gewichte) gleich zu seyn. Dagegen ist die Anziehung eine durchdringende Kraft und als mit einer solchen übt ein endliches Quantum der Materie auf ein gleichfalls endliches Quantum einer andern bewegende Kraft aus. Die Sollicitation der Anziehung muss also unendlich klein seyn, weil sie dem Moment der Acceleration (welches jederzeit unendlich klein seyn muss) gleich ist, welches bei der Zurückstossung, da ein unendlich kleiner Theil der Materie einem endlichen ein Moment eindrücken soll, der Fall nicht ist. Es lässt sich keine Anziehung mit einer endlichen Geschwindigkeit denken, ohne dass die Materie durch ihre eigene Anziehungskraft sich selbst durchdringen müsste. Denn die Anziehung, welche eine endliche Quantität Materie auf eine endliche mit einer endlichen Geschwindigkeit ausübt, muss einer jeden endlichen Geschwindigkeit, womit die Materie durch ihre Undurchdringlichkeit, aber nur mit einem unendlich kleinen Theil der Quantität ihrer Materie entgegenwirkt, in allen Puncten der Zusammendrückung überlegen seyn. Wenn die Anziehung nur eine Flächenkraft ist, wie man sich den Zusammenhang denkt, so würde das Gegentheil von diesem erfolgen. Allein es ist unmöglich, ihn so zu denken, wenn er wahre Anziehung (und nicht blos äussere Zusammendrückung) seyn soll.

Ein absolut-harter Körper würde derjenige seyn, dessen Theile einander so stark zögen, dass sie durch kein Gewicht

getrennt, noch in ihrer Lage gegen einander verändert werden könnten. Weil nun die Theile der Materie eines solchen Körpers sich mit einem Moment der Acceleration ziehen müssten, welches gegen das der Schwere unendlich, der Masse aber, welche dadurch getrieben wird, endlich seyn würde, so müsste der Widerstand durch Undurchdringlichkeit, als expansive Kraft, da er jederzeit mit einer unendlich-kleinen Quantität der Materie geschieht, mit mehr als endlicher Geschwindigkeit der Sollicitation geschehen, d. i. die Materie würde sich mit unendlicher Geschwindigkeit auszudehnen trachten, welches unmöglich ist. Also ist ein absolut-harter Körper, d. i. ein solcher, der einem mit endlicher Geschwindigkeit bewegten Körper im Stosse einen Widerstand, der der ganzen Kraft desselben gleich wäre, in einem Augenblick entgegensetzte, unmöglich. Folglich leistet eine Materie durch ihre Undurchdringlichkeit oder Zusammenhang, gegen die Kraft eines Körpers in endlicher Bewegung, in einem Augenblicke nur unendlich kleinen Widerstand. Hieraus folgt nun das mechanische Gesetz der Stätigkeit *(lex continui mechanica)*, nämlich: an keinem Körper wird der Zustand der Ruhe, oder der Bewegung, und an dieser, der Geschwindigkeit oder der Richtung, durch den Stoss in einem Augenblicke verändert, sondern nur in einer gewissen Zeit, durch eine unendliche Reihe von Zwischenzuständen, deren Unterschied von einander kleiner ist, als der des ersten und letzten. Ein bewegter Körper, der auf eine Materie stösst, wird also durch deren Widerstand nicht auf einmal, sondern nur durch continuirliche Retardation zur Ruhe, oder der, welcher in Ruhe war, nur durch continuirliche Acceleration in Bewegung, oder aus einem Grade Geschwindigkeit in einen andern nur nach derselben Regel versetzt; ingleichen wird die Richtung seiner Bewegung in eine solche, die mit jener einen Winkel macht, nicht anders, als vermittelst aller möglichen dazwischen liegenden Richtungen, d. i. vermittelst der Bewegung in einer krummen Linie, verändert (welches Gesetz aus einem ähnlichen Grunde auch auf die Veränderung des Zustandes eines Körpers durch Anziehung erweitert werden kann). Diese *lex continui* gründet sich auf das Gesetz

der Trägheit der Materie, da hingegen das metaphysische Gesetz der Stätigkeit auf alle Veränderung (innere sowohl als äussere) überhaupt ausgedehnt seyn müsste, und also auf den blossen Begriff einer Veränderung überhaupt, als Grösse, und der Erzeugung derselben (die nothwendig in einer gewissen Zeit continuirlich, so wie die Zeit selbst, vorginge), gegründet seyn würde, hier also keinen Platz findet.

Viertes Hauptstück.

Metaphysische Anfangsgründe der Phänomenologie.

Erklärung.

Materie ist das Bewegliche, so ferne es, als ein solches, ein Gegenstand der Erfahrung seyn kann.

Anmerkung.

Bewegung ist, so wie Alles, was durch Sinne vorgestellt wird, nur als Erscheinung gegeben. Damit ihre Vorstellung Erfahrung werde, dazu wird noch erfordert, dass Etwas durch den Verstand gedacht werde, nämlich zu der Art, wie die Vorstellung dem Subjecte inhärirt, noch die Bestimmung eines Objects durch dieselbe. Also wird das Bewegliche, als ein solches, ein Gegenstand der Erfahrung, wenn ein gewisses Object (hier also ein materielles Ding) in Ansehung des Prädicats der Bewegung als bestimmt gedacht wird. Nun ist aber Bewegung Veränderung der Relation im Raume. Es sind also hier immer zwei Correlata, deren einem in der Erscheinung erstlich eben so gut wie dem anderen die Veränderung beigelegt, und dasselbe entweder, oder das andere bewegt ge-

nannt werden kann, weil beides gleichgültig ist; oder zweitens, deren eines in der Erfahrung mit Ausschliessung des anderen als bewegt gedacht werden muss; oder drittens, deren beide nothwendig durch Vernunft als zugleich bewegt vorgestellt werden müssen. In der Erscheinung, die nichts als die Relation in der Bewegung (ihrer Veränderung nach) enthält, ist nichts von diesen Bestimmungen enthalten; wenn aber das Bewegliche, als ein solches, nämlich seiner Bewegung nach, bestimmt gedacht werden soll, d. i. zum Behuf einer möglichen Erfahrung, ist es nöthig, die Bedingungen anzuzeigen, unter welchen der Gegenstand (die Materie) auf eine oder andere Art durch das Prädicat der Bewegung bestimmt werden müsse. Hier ist nicht die Rede von Verwandlung des Scheins in Wahrheit, sondern der Erscheinung in Erfahrung; denn beim Scheine ist der Verstand mit seinen einen Gegenstand bestimmenden Urtheilen jederzeit im Spiele, ob zwar er in Gefahr ist, das Subjective für objectiv zu nehmen; in der Erscheinung aber ist gar kein Urtheil des Verstandes anzutreffen; welches nicht blos hier, sondern in der ganzen Philosophie anzumerken nöthig ist, weil man sonst, wenn von Erscheinungen die Rede ist, und man nimmt diesen Ausdruck für einerlei der Bedeutung nach mit dem des Scheins, jederzeit übel verstanden wird.

Lehrsatz 1.

Die geradlinige Bewegung einer Materie in Anschung eines empirischen Raumes ist, zum Unterschiede von der entgegengesetzten Bewegung des Raums, ein blos mögliches Prädicat. Eben dasselbe in gar keiner Relation auf eine Materie ausser ihr, d. i. als absolute Bewegung gedacht, ist unmöglich.

Beweis.

Ob ein Körper im relativen Raume bewegt, dieser aber ruhig genannt werde, oder, umgekehrt, dieser in entgegengesetzter Richtung gleich geschwinde bewegt, dagegen jener ruhig genannt werden solle, ist kein Streit über das, was dem Gegenstande, sondern nur seinem Verhältnisse zum Subject, mithin der Erscheinung und nicht der Erfahrung, zukommt. Denn stellt sich der Zuschauer in demselben Raume als ruhig, so heisst ihm der Körper bewegt; stellt er sich (wenigstens in Gedanken) in einem andern und jenen umfassenden Raum, in Ansehung dessen der Körper gleichfalls ruhig ist, so heisst jener relative Raum bewegt. Also ist in der Erfahrung (einer Erkenntniss, die das Object für alle Erscheinungen gültig bestimmt) gar kein Unterschied zwischen der Bewegung des Körpers im relativen Raume, oder der Ruhe des Körpers im absoluten und der entgegengesetzten gleichen Bewegung des relativen Raums. Nun ist die Vorstellung eines Gegenstandes durch eines von zwei Prädicaten, die in Ansehung des Objects gleichgeltend sind und sich nur in Ansehung des Subjects und seiner Vorstellungsart von einander unterscheiden, nicht die Bestimmung nach einem **disjunctiven**, sondern blos die Wahl nach einem **alternativen Urtheile** (deren das erstere von zwei **objectiv** entgegengesetzten Prädicaten eines mit Ausschliessung des Gegentheils, das andere aber von objectiv zwar gleichgeltenden, subjectiv aber einander entgegengesetzten Urtheilen, ohne Ausschliessung des Gegentheils vom Object, — also durch blosse Wahl — eines zur Bestimmung desselben annimmt) *; das heisst: durch den Begriff der Bewegung, als Gegenstandes der Erfahrung, ist es an sich un-

---

* Von diesem Unterschiede der disjunctiven und alternativen Entgegensetzung ein Mehreres in der allgemeinen Anmerkung zu diesem Hauptstücke.

bestimmt, mithin gleichgeltend, ob ein Körper im relativen Raume, oder dieser in Ansehung jenes als bewegt vorgestellt werde. Nun ist Dasjenige, was in Ansehung zweier einander entgegengesetzter Prädicate an sich unbestimmt ist, so ferne blos möglich. Also ist die geradlinige Bewegung einer Materie im empirischen Raume, zum Unterschiede von der entgegengesetzten gleichen Bewegung des Raumes, in der Erfahrung ein blos mögliches Prädicat; welches das Erste war.

Da ferner eine Relation, mithin auch eine Veränderung derselben, d. i. Bewegung, nur so ferne ein Gegenstand der Erfahrung seyn kann, als beide Correlate Gegenstände der Erfahrung sind; der reine Raum aber, den man auch, im Gegensatze gegen den relativen (empirischen), den absoluten Raum nennt, kein Gegenstand der Erfahrung und überall nichts ist: so ist die geradlinige Bewegung ohne Beziehung auf irgend etwas Empirisches, d. i. die absolute Bewegung, schlechterdings unmöglich; welches das Zweite war.

Anmerkung.

Dieser Lehrsatz bestimmt die Modalität der Bewegung in Ansehung der Phoronomie.

Lehrsatz 2.

Die Kreisbewegung einer Materie ist, zum Unterschiede von der entgegengesetzten Bewegung des Raums, ein wirkliches Prädicat derselben; dagegen ist die entgegengesetzte Bewegung eines relativen Raums, statt der Bewegung des Körpers genommen, keine wirkliche Bewegung des letzteren, sondern, wenn sie dafür gehalten wird, ein blosser Schein.

Beweis.

Die Kreisbewegung ist (so wie jede krummlinige) eine continuirliche Veränderung der geradlinigen, und, da diese selbst eine continuirliche Veränderung der Relation in Ansehung des äusseren Raumes ist, so ist die Kreisbewegung eine Veränderung der Veränderung dieser äusseren Verhältnisse im Raume, folglich ein continuirliches Entstehen neuer Bewegungen. Weil nun nach dem Gesetze der Trägheit eine Bewegung, so ferne sie entsteht, eine äussere Ursache haben muss, gleichwohl aber der Körper in jedem Puncte dieses Kreises (nach eben demselben Gesetze) für sich in der den Kreis berührenden geraden Linie fortzugehen bestrebt ist, welche Bewegung jener äusseren Ursache entgegenwirkt, so beweist jeder Körper in der Kreisbewegung durch seine Bewegung eine bewegende Kraft. Nun ist die Bewegung des Raumes, zum Unterschiede der Bewegung des Körpers, blos phoronomisch, und hat keine bewegende Kraft. Folglich ist das Urtheil, dass hier entweder der Körper, oder der Raum, in entgegengesetzter Richtung bewegt sey, ein disjunctives Urtheil, durch welches, wenn das eine Glied, nämlich die Bewegung des Körpers, gesetzt ist, das andere, nämlich die des Raumes, ausgeschlossen wird; also ist die Kreisbewegung eines Körpers, zum Unterschiede von der Bewegung des Raums, wirkliche Bewegung, folglich die letztere, wenn sie gleich der Erscheinung nach mit der ersteren übereinkommt, dennoch im Zusammenhange aller Erscheinungen, d. i. der möglichen Erfahrung, dieser widerstreitend, also nichts als blosser Schein.

Anmerkung.

Dieser Lehrsatz bestimmt die Modalität der Bewegung in Ansehung der Dynamik; denn eine Bewegung, die nicht ohne den Einfluss einer continuirlich wirkenden äussern bewegenden

Kraft stattfinden kann, beweist, mittelbar oder unmittelbar, ursprüngliche Bewegkräfte der Materie, es sey der Anziehung oder Zurückstossung. — Übrigens kann Newton's Scholium zu den Definitionen, die er seinen *Princ. Phil. Nat. Math.* vorausgesetzt hat, gegen das Ende, hierüber nachgesehen werden, aus welchem erhellt, dass die Kreisbewegung zweier Körper um einen gemeinschaftlichen Mittelpunct (mithin auch die Achsendrehung der Erde) selbst im leeren Raume, also ohne alle durch Erfahrung mögliche Vergleichung mit dem äusseren Raume, dennoch vermittelst der Erfahrung könne erkannt werden, dass also eine Bewegung, die eine Veränderung der äusseren Verhältnisse im Raume ist, empirisch gegeben werden könne, obgleich dieser Raum selbst nicht empirisch gegeben und kein Gegenstand der Erfahrung ist, welches Paradoxon aufgelöst zu werden verdient.

Lehrsatz 3.

In jeder Bewegung eines Körpers, wodurch er in Ansehung eines anderen bewegend ist, ist eine entgegengesetzte gleiche Bewegung des letzteren nothwendig.

Beweis.

Nach dem dritten Gesetze der Mechanik (Lehrs. 4) ist die Mittheilung der Bewegung der Körper nur durch die Gemeinschaft ihrer ursprünglich bewegenden Kräfte, und diese nur durch beiderseitige entgegengesetzte und gleiche Bewegung möglich. Die Bewegung beider ist also wirklich. Da aber die Wirklichkeit dieser Bewegung nicht (wie im zweiten Lehrsatze) auf dem Einflusse äusserer Kräfte beruht, sondern aus dem Begriffe der Relation des Bewegten im Raume zu jedem anderen dadurch Beweglichen unmittelbar und unvermeidlich folgt, so ist die Bewegung des letzteren nothwendig.

Anmerkung.

Dieser Lehrsatz bestimmt die Modalität der Bewegung in Ansehung der Mechanik. — Dass übrigens diese drei Lehrsätze die Bewegung der Materie in Ansehung ihrer Möglichkeit, Wirklichkeit und Nothwendigkeit, mithin in Ansehung aller drei Kategorien der **Modalität** bestimmen, fällt von selbst in die Augen.

Allgemeine Anmerkung zur Phänomenologie.

Es zeigen sich also hier drei Begriffe, deren Gebrauch in der allgemeinen Naturwissenschaft unvermeidlich, deren genaue Bestimmung um deswillen nothwendig, obgleich eben nicht so leicht und fasslich ist, nämlich der Begriff der Bewegung im relativen (beweglichen) Raume; zweitens der Begriff der Bewegung im absoluten (unbeweglichen) Raume; drittens der Begriff der relativen Bewegung überhaupt, zum Unterschiede von der absoluten. Allen wird der Begriff des absoluten Raumes zum Grunde gelegt. Wie kommen wir aber zu diesem sonderbaren Begriffe, und worauf beruht die Nothwendigkeit seines Gebrauchs?

Er kann kein Gegenstand der Erfahrung seyn; denn der Raum ohne Materie ist kein Object der Wahrnehmung und dennoch ist er ein nothwendiger Vernunftbegriff, mithin nichts weiter, als eine blosse Idee. Denn damit Bewegung auch nur als Erscheinung gegeben werden könne, dazu wird eine empirische Vorstellung des Raums, in Ansehung dessen das Bewegliche sein Verhältniss verändern soll, erfordert; der Raum aber, der wahrgenommen werden soll, muss material, mithin, dem Begriffe einer Materie überhaupt zu Folge, selbst beweglich seyn. Um ihn nun bewegt zu denken, darf man ihn nur als in einem Raume von grösserem Umfange enthalten denken und diesen als ruhig annehmen. Mit diesem aber lässt sich eben dasselbe in Ansehung eines noch mehr erweiterten

Raumes veranstalten und so ins Unendliche, ohne jemals zu einem unbeweglichen (unmateriellen) Raume durch Erfahrung zu gelangen, in Ansehung dessen irgend einer Materie schlechthin Bewegung oder Ruhe beigelegt werden könne, sondern der Begriff dieser Verhältnissbestimmungen wird beständig abgeändert werden müssen, nachdem man das Bewegliche mit einem oder dem anderen dieser Räume in Verhältniss betrachten wird. Da nun die Bedingung, etwas als ruhig oder bewegt anzusehen, im relativen Raume ins Unendliche immer wiederum bedingt ist, so erhellt daraus erstlich: dass alle Bewegung oder Ruhe blos relativ und keine absolut seyn könne, d. i. dass Materie blos in Verhältniss auf Materie, niemals aber in Ansehung des blossen Raumes ohne Materie, als bewegt oder ruhig gedacht werden könne, mithin absolute Bewegung, d. i. eine solche, die ohne alle Beziehung einer Materie auf eine andere gedacht wird, schlechthin unmöglich sey; zweitens, dass auch eben darum kein für alle Erscheinung gültiger Begriff von Bewegung oder Ruhe im relativen Raume möglich sey, sondern man sich einen Raum, in welchem dieser selbst als bewegt gedacht werden könne, der aber seiner Bestimmung nach weiter von keinem anderen empirischen Raume abhängt und daher nicht wiederum bedingt ist, d. i. einen absoluten Raum, auf den alle relative Bewegungen bezogen werden können, denken müsse, in welchem alles Empirische bewegt ist, eben darum, damit in demselben alle Bewegung des Materiellen, als blos relativ gegen einander, als alternativ-wechselseitig *, keine aber als ab-

---

* In der Logik bezeichnet das Entweder Oder jederzeit ein disjunctives Urtheil, da denn, wenn das Eine wahr ist, das Andere falsch seyn muss. Z. B. ein Körper ist entweder bewegt, oder nicht bewegt, d. i. in Ruhe. Denn man redet da lediglich von dem Verhältniss des Erkenntnisses zum Objecte. In der Erscheinungslehre, wo es auf das Verhältniss zum Subject ankommt, um danach das Verhältniss der Objecte zu bestimmen, ist es anders. Denn da ist der Satz: der Körper ist entweder bewegt und der Raum ruhig, oder umgekehrt, nicht ein disjunctiver Satz in objectiver, sondern nur in subjectiver Beziehung, und beide darin enthaltene Urtheile gelten alternativ. In eben derselben Phänomenologie, wo die Bewegung nicht blos phoronomisch, sondern vielmehr dynamisch

solute Bewegung oder Ruhe (da, indem das eine bewegt heisst, das andere, worauf in Beziehung jenes bewegt ist, gleichwohl als schlechthin ruhig vorgestellt wird) gelten möge. Der absolute Raum ist also nicht als ein Begriff von einem wirklichen Object, sondern als eine Idee, welche zur Regel dienen soll, alle Bewegung in ihm blos als relativ zu betrachten, nothwendig, und alle Bewegung und Ruhe muss auf den absoluten Raum reducirt werden, wenn die Erscheinung derselben in einen bestimmten Erfahrungsbegriff (der alle Erscheinungen vereinigt) verwandelt werden soll.

So wird die geradlinige Bewegung eines Körpers im relativen Raume auf den absoluten Raum reducirt, wenn ich den Körper als an sich ruhig, jenen Raum aber im absoluten (der nicht in die Sinne fällt) in entgegengesetzter Richtung bewegt, und diese Vorstellung als diejenige denke, welche gerade dieselbe Erscheinung giebt, wodurch denn alle möglichen Erscheinungen geradliniger Bewegungen, die ein Körper allenfalls zugleich haben mag, auf den Erfahrungsbegriff, der sie insgesammt vereinigt, nämlich den der blos relativen Bewegung und Ruhe, zurückgeführt werden.

Die Kreisbewegung, weil sie, nach dem zweiten Lehrsatze, auch ohne Beziehung auf den äusseren empirisch-gegebenen Raum als wirkliche Bewegung in der Erfahrung gegeben werden kann, scheint doch in der That absolute Bewegung zu seyn. Denn die relative in Ansehung des äusseren Raums

---

betrachtet wird, ist dagegen der disjunctive Satz in objectiver Bedeutung zu nehmen; d. i. an die Stelle der Umdrehung eines Körpers kann ich nicht die Ruhe desselben und dagegen die entgegengesetzte Bewegung des Raums annehmen. Wo aber die Bewegung sogar mechanisch betrachtet wird (wie wenn ein Körper gegen einen dem Scheine nach ruhigen anläuft), ist sogar das der Form nach disjunctive Urtheil in Ansehung des Objects distributiv zu gebrauchen, so dass die Bewegung nicht entweder dem einen oder dem andern, sondern einem jeden ein gleicher Antheil daran beigelegt werden muss. Diese Unterscheidung der alternativen, disjunctiven und distributiven Bestimmung eines Begriffs, in Ansehung entgegengesetzter Prädicate, hat ihre Wichtigkeit, kann aber hier nicht weiter erörtert werden.

(z. B. die Achsendrehung der Erde relativ auf die Sterne des Himmels) ist eine Erscheinung, an deren Stelle die entgegengesetzte Bewegung dieses Raums (des Himmels) in derselben Zeit, als jener völlig gleichgeltend, gesetzt werden kann, die aber nach diesem Lehrsatze in der Erfahrung durchaus nicht an deren Stelle gesetzt werden darf, mithin auch jene Kreisdrehung nicht als äusserlich relativ vorgestellt werden soll, welches so lautet, als ob diese Art der Bewegung für absolut anzunehmen sey.

Allein es ist wohl zu merken, dass hier von der wahren (wirklichen) Bewegung, die doch nicht als solche erscheint, die also, wenn man sie blos nach empirischen Verhältnissen zum Raume beurtheilen wollte, für Ruhe könnte gehalten werden, d. i. von der wahren Bewegung, zum Unterschiede vom Schein, nicht aber von ihr als absoluten Bewegung im Gegensatze der relativen die Rede sey, mithin die Kreisbewegung, ob sie zwar in der Erscheinung keine Stellen-Veränderung, d. i. keine phoronomische, des Verhältnisses des Bewegten zum (empirischen) Raume, zeigt, dennoch eine durch Erfahrung erweisliche continuirliche dynamische Veränderung des Verhältnisses der Materie in ihrem Raume, z. B. eine beständige Verminderung der Anziehung durch eine Bestrebung zu entfliehen, als Wirkung der Kreisbewegung, zeige und dadurch den Unterschied derselben vom Schein sicher bezeichne. Man kann sich z. B. die Erde im unendlichen leeren Raum, als um die Achse gedreht, vorstellen, und diese Bewegung auch durch Erfahrung darthun, obgleich weder das Verhältniss der Theile der Erde unter einander, noch zum Raume ausser ihr, phoronomisch, d. i. in der Erscheinung verändert wird. Denn in Ansehung des ersteren als empirischen Raumes verändert nichts auf und in der Erde seine Stelle, und in Beziehung des zweiten, der ganz leer ist, kann überall kein äusseres verändertes Verhältniss, mithin auch keine Erscheinung einer Bewegung stattfinden. Allein wenn ich mir eine zum Mittelpunct der Erde hingehende tiefe Höhle vorstelle, und lasse einen Stein darin fallen, finde aber, dass, ob zwar in jeder Weite vom Mittelpuncte die Schwere immer nach diesem hingerichtet

ist, der fallende Stein dennoch von seiner senkrechten Richtung im Fallen continuirlich und zwar von West nach Ost abweiche, so schliesse ich, die Erde sey von Abend gegen Morgen um die Achse gedreht. Oder wenn ich auch ausserhalb den Stein von der Oberfläche der Erde weiter entferne, und er bleibt nicht über demselben Puncte der Oberfläche, sondern entfernt sich von demselben von Osten nach Westen, so werde ich auf eben dieselbe vorhergenannte Achsendrehung der Erde schliessen und beiderlei Wahrnehmungen werden zum Beweise der Wirklichkeit dieser Bewegung hinreichend seyn, wozu die Veränderung des Verhältnisses zum äusseren Raume (dem bestirnten Himmel) nicht hinreicht, weil sie blosse Erscheinung ist, die von zwei in der That entgegengesetzten Gründen herrühren kann und nicht ein aus dem Erklärungsgrunde aller Erscheinungen dieser Veränderung abgeleitetes Erkenntniss, d. i. Erfahrung, ist. Dass aber diese Bewegung, ob sie gleich keine Veränderung des Verhältnisses zum empirischen Raume ist, dennoch keine absolute Bewegung, sondern continuirliche Veränderung der Relationen der Materien zu einander, ob zwar im absoluten Raume vorgestellt, mithin wirklich nur relative und sogar darum allein wahre Bewegung sey, das beruht auf der Vorstellung der wechselseitigen continuirlichen Entfernung eines jeden Theils der Erde (ausserhalb der Achse) von jedem andern ihm in gleicher Entfernung vom Mittelpuncte im Diameter gegenüber liegenden. Denn diese Bewegung ist im absoluten Raume wirklich, indem dadurch der Abgang der gedachten Entfernung, den die Schwere für sich allein dem Körper zuziehen würde, und zwar ohne alle dynamische zurücktreibende Ursache (wie man aus dem von Newton *Princ. Ph. N. pag.* 10 *Edit.* 1714.* gewählten Beispiele ersehen kann), mithin durch wirkliche, aber auf den innerhalb der bewegten Ma-

---

* Er sagt daselbst: *Motus quidem veros corporum singulorum cognoscere et ab apparentibus actu discriminare difficillimum est: propterea, quod partes spatii illius immobilis, in quo corpora vere moventur, non incurrunt in sensus. Causa tamen non est prorsus desperata.* Hierauf lässt er zwei durch einen Faden verknüpfte Kugeln sich um ihren gemein-

terie (nämlich des Centrum derselben) beschlossenen, nicht aber auf den äusseren Raum bezogene Bewegung, continuirlich ersetzt wird.

Was den Fall des dritten Lehrsatzes anlangt, so bedarf es, um die Wahrheit der wechselseitig-entgegengesetzten und gleichen Bewegung beider Körper auch ohne Rücksicht auf den empirischen Raum zu zeigen, nicht einmal des im zweiten Fall nöthigen, durch Erfahrung gegebenen thätigen dynamischen Einflusses (der Schwere, oder eines gespannten Fadens), sondern die blosse dynamische Möglichkeit eines solchen Einflusses, als Eigenschaft der Materie (die Zurückstossung oder Anziehung) führt, bei der Bewegung der einen, die gleiche und entgegengesetzte Bewegung der andern zugleich mit sich, und zwar aus blossen Begriffen einer relativen Bewegung, wenn sie im absoluten Raume, d. i. nach der Wahrheit betrachtet wird, und ist daher, wie Alles, was aus blossen Begriffen hinreichend erweislich ist, ein Gesetz einer schlechterdings nothwendigen Gegenbewegung.

Es ist also auch keine absolute Bewegung, wenn gleich ein Körper im leeren Raume in Ansehung eines anderen als bewegt gedacht wird; die Bewegung beider wird hier nicht relativ auf den sie umgebenden Raum, sondern nur auf den zwischen ihnen, welcher ihr äusseres Verhältniss unter einander allein bestimmt, als den absoluten Raum betrachtet, und ist also widerum nur relativ. Absolute Bewegung würde also nur diejenige seyn, die einem Körper ohne ein Verhältniss auf irgend eine andere Materie zukäme. Eine solche wäre allein die geradlinige Bewegung des Weltganzen, d. i. des Systems aller Materie. Denn wenn ausser einer Materie noch irgend eine andere, selbst durch den leeren Raum getrennte Materie wäre, so würde die Bewegung schon relativ seyn. Um des-

---

schaftlichen Schwerpunct im leeren Raume drehen, und zeigt, wie die Wirklichkeit ihrer Bewegung sammt der Richtung derselben dennoch durch Erfahrung könne gefunden werden. Ich habe dieses auch an der um ihre Achse bewegten Erde unter etwas veränderten Umständen zu zeigen gesucht.

willen ist ein jeder Beweis eines Bewegungsgesetzes, der darauf hinausläuft, dass das Gegentheil desselben eine geradlinige Bewegung des ganzen Weltgebäudes zur Folge haben müsste, ein apodiktischer Beweis der Wahrheit desselben; blos weil daraus absolute Bewegung folgen würde, die schlechterdings unmöglich ist. Von der Art ist das Gesetz des Antagonism in aller Gemeinschaft der Materie durch Bewegung. Denn eine jede Abweichung von demselben würde den gemeinschaftlichen Mittelpunct der Schwere aller Materie, mithin das ganze Weltgebäude aus der Stelle rücken, welches dagegen, wenn man dieses sich als um seine Achse gedreht vorstellen wollte, nicht geschehen würde, welche Bewegung also immer noch zu denken möglich, ob zwar anzunehmen, so viel man absehen kann, ganz ohne begreiflichen Nutzen seyn würde.

Auf die verschiedenen Begriffe der Bewegung und bewegenden Kräfte haben auch die verschiedenen Begriffe vom leeren Raume ihre Beziehung. Der leere Raum in phoronomischer Rücksicht, der auch der absolute Raum heisst, sollte billig nicht ein leerer Raum genannt werden; denn er ist nur die Idee von einem Raume, in welchem ich von aller besonderen Materie, die ihn zum Gegenstande der Erfahrung macht, abstrahire, um in ihm den materiellen, oder jeden empirischen Raum, noch als beweglich und dadurch die Bewegung nicht blos einseitig, als absolutes, sondern jederzeit wechselseitig, als blos relatives Prädicat zu denken. Er ist also gar nichts, was zur Existenz der Dinge, sondern blos zur Bestimmung der Begriffe gehört, und so ferne existirt kein leerer Raum. Der leere Raum in dynamischer Rücksicht ist der, der nicht erfüllt ist, d. i. worin dem Eindringen des Beweglichen nichts anderes Bewegliches widersteht, folglich keine repulsive Kraft wirkt, und er kann entweder der leere Raum in der Welt *(vacuum mundanum)*, oder, wenn diese als begrenzt vorgestellt wird, der leere Raum ausser der Welt *(vacuum extramundanum)* seyn; der erstere auch entweder als zerstreuter *(vacuum disseminatum*, der nur einen Theil des Volumens der Materie ausmacht), oder als gehäufter leerer Raum *(vacuum coacervatum*, der die Körper, z. B. Weltkörper,

von einander absondert) vorgestellt werden, welche Unterscheidung, da sie nur auf den Unterschied der Plätze, die man dem leeren Raum in der Welt anweist, beruht, eben nicht wesentlich ist, aber doch in verschiedener Absicht gebraucht wird, der erste, um den specifischen Unterschied der Dichtigkeit, der zweite, um die Möglichkeit einer von allem äusseren Widerstande freien Bewegung im Weltraume davon abzuleiten. Dass den leeren Raum in der ersteren Absicht anzunehmen nicht nöthig sey, ist schon in der allgemeinen Anmerkung zur Dynamik gezeigt worden; dass er aber unmöglich sey, kann aus seinem Begriffe allein, nach dem Satze des Widerspruchs, keineswegs bewiesen werden. Gleichwohl, wenn hier auch kein blos logischer Grund der Verwerfung desselben anzutreffen wäre, könnte doch ein allgemeiner physischer Grund, ihn aus der Naturlehre zu verweisen, nämlich der von der Möglichkeit der Zusammensetzung einer Materie überhaupt, da seyn, wenn man die letztere nur besser einsähe. Denn wenn die Anziehung, die man zur Erklärung des Zusammenhanges der Materie annimmt, nur scheinbare, nicht wahre Anziehung, vielmehr etwa blos die Wirkung einer Zusammendrückung durch äussere im Weltraume allenthalben verbreitete Materie (den Äther), welche selbst nur durch eine allgemeine und ursprüngliche Anziehung, nämlich die Gravitation, zu diesem Drucke gebracht wird, seyn sollte, welche Meinung manche Gründe für sich hat; so würde der leere Raum innerhalb der Materien, wenn gleich nicht logisch, doch dynamisch und also physisch unmöglich seyn, weil jede Materie sich in die leeren Räume, die man innerhalb derselben annähme (da ihrer expansiven Kraft hier nichts widersteht), von selbst ausbreiten und sie jederzeit erfüllt erhalten würde. Ein leerer Raum ausser der Welt würde, wenn man unter dieser den Inbegriff aller vorzüglich attractiven Materien (der grossen Weltkörper) versteht, aus eben demselben Grunde unmöglich seyn, weil nach dem Maasse, als die Entfernung von diesen zunimmt, auch die Anziehungskraft auf den Äther (der jene Körper alle einschliesst und, von jener getrieben, sie in ihrer Dichtigkeit durch Zusammendrückung enthält) in umge-

kehrtem Verhältnisse abnimmt, dieser also selbst nur ins Unendliche an Dichtigkeit abnehmen, nirgend aber den Raum ganz leer lassen würde. Dass es indessen mit dieser Wegschaffung des leeren Raums ganz hypothetisch zugeht, darf Niemanden befremden; geht es doch mit der Behauptung desselben nicht besser zu. Diejenigen, welche diese Streitfrage dogmatisch zu entscheiden wagen, sie mögen es bejahend oder verneinend thun, stützen sich zuletzt auf lauter metaphysische Voraussetzungen, wie aus der Dynamik zu ersehen ist, und es war wenigstens nöthig, hier zu zeigen, dass diese über gedachte Aufgabe gar nicht entscheiden könne. Was drittens den leeren Raum in mechanischer Absicht betrifft, so ist dieser das gehäufte Leere innerhalb des Weltganzen, um den Weltkörpern freie Bewegung zu verschaffen. Man sieht leicht, dass die Möglichkeit oder Unmöglichkeit desselben nicht auf metaphysischen Gründen, sondern dem schwer aufzuschliessenden Naturgeheimnisse, auf welche Art die Materie ihrer eigenen ausdehnenden Kraft Schranken setze, beruhe. Gleichwohl, wenn Das, was in der allgemeinen Anmerkung zur Dynamik von der ins Unendliche möglichen grösseren Ausdehnung specifisch verschiedener Stoffe, bei derselben Quantität der Materie (ihrem Gewichte nach) gesagt worden, eingeräumt wird; so möchte wohl, um der freien und dauernden Bewegung der Weltkörper willen, einen leeren Raum anzunehmen unnöthig seyn, weil der Widerstand, selbst bei gänzlich erfüllten Räumen, alsdann doch so klein, als man will, gedacht werden kann.

Und so endigt sich die metaphysische Körperlehre mit dem Leeren und eben darum Unbegreiflichen, worin sie einerlei Schicksal mit allen übrigen Versuchen der Vernunft hat, wenn sie im Zurückgehen zu Principien den ersten Gründen der Dinge nachstrebt, da, weil es ihre Natur so mit sich bringt, niemals etwas anders, als so ferne es unter gegebenen Bedingungen bestimmt ist, zu begreifen, folglich sie weder

beim Bedingten stehen bleiben, noch sich das Unbedingte fasslich machen kann, ihr, wenn Wissbegierde sie auffordert, das absolute Ganze aller Bedingungen zu fassen, nichts übrig bleibt, als von den Gegenständen auf sich selbst zurückzukehren, um, anstatt der letzten Grenze der Dinge, die letzte Grenze ihres eigenen sich selbst überlassenen Vermögens zu erforschen und zu bestimmen.

INHALTSANZEIGE.

Druck von Bernh. Tauchnitz jun.

